

LUDMILA PROFUMO

**ESTUDO DE ANÉIS DE CRESCIMENTO DE ESPÉCIES
ARBÓREAS DE AMBIENTES FLUVIAIS
DA BACIA DO RIO TACUAREMBÓ, URUGUAI.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais, na Área de Concentração em Conservação da Natureza.

Orientador:

Dr. Franklin Galvão

Co-orientador:

Dr. Paulo Cesar Botosso

CURITIBA

2010

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Profumo Aguiar, Ludmila

Estudo de anéis de crescimento de espécies arbóreas de ambientes fluviais da bacia do rio Tacuarembó, Uruguai / Ludmila Profumo Aguiar. – Curitiba, 2010. 168 f. : il.

Orientador: Dr. Franklin Galvão

Coorientador: Dr. Paulo Cesar Botosso

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 10/12/2010.

Área de concentração: Conservação da Natureza.

1. Árvores – Anéis de crescimento. 2. Árvores - Uruguai. 3. Bacias hidrográficas - Uruguai. 4. Qualidade ambiental. 5. Teses. I. Galvão, Franklin. II. Botosso, Paulo Cesar. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.


CDD – 634.9

CDU – 634.0.52


PARECER

Defesa nº. 854

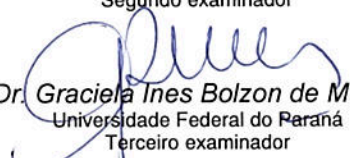
A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Ludmila Profumo Aguiar* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**Estudo de anéis de crescimento de espécies arbóreas de ambientes fluviais da bacia do rio Tacuarembó, Uruguai**", é de parecer favorável à APROVAÇÃO do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em CONSERVAÇÃO DA NATUREZA.



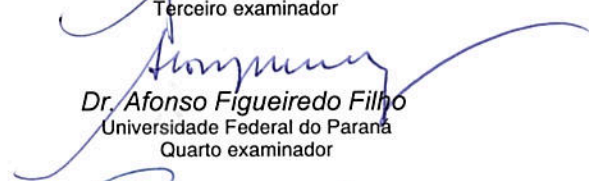
Dr. Paulo Cesar Botosso
Embrapa/Florestas
Primeiro examinador




Dr. Vânia Rossetto Marcelino
Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO
Segundo examinador



Dr. Graciela Ines Bolzon de Muniz
Universidade Federal do Paraná
Terceiro examinador



Dr. Afonso Figueiredo Filho
Universidade Federal do Paraná
Quarto examinador



Dr. Franklin Galvão
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 10 de dezembro de 2010.



Setsuo Iwakiri
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
João Carlos Garzel Leodoro da Silva
Vice-coordenador do curso

*A TODOS AQUELES QUE SAEM À PROCURA DE UMA RESPOSTA,
E VOLTAM COM A MALA CHEIA DE MUITAS PERGUNTAS.*

Dedico

*À MINHA FAMÍLIA: Gonzalo, Nahuel, Julieta, Deolinda, José,
Orlando, Liliana, Beatriz, Esmeralda e Carlos.
A Antonia Ocaño, Extra Nieves y Luis Braga ...in memoriam.*

Dedico

BIOGRAFIA

Ludmila Profumo Aguiar nasceu em Rivera, Uruguai, no dia 08 de janeiro de 1975. É filha de Deolinda Aguiar Nieves e de José Antonio Profumo Ocaño.

Iniciou o ensino fundamental em 1980, na Escola Pública N° 109, concluindo o segundo grau em 1992, no Liceu N° 1 Dr^a. Célia Pomoli, em Rivera.

Em 1993 ingressou no curso de Agronomia da Universidad de la República – UdelaR, formando-se em abril de 1999, com a monografia intitulada “Caracterização fitossociológica de um Bosque de Quebrada sobre o arroio Del Potrero - Coxilha Negra, Rivera”.

Entre julho de 1999 e fevereiro de 2004 trabalhou na consultora VALORA, no setor florestal e em outras empresas do setor, no Uruguai.

Em março de 2004 iniciou o mestrado em Engenharia Florestal na Área de Concentração de Manejo Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná – UFPR, concluindo em fevereiro de 2006 com a dissertação “Modelagem do volume do povoamento de *Mimosa scabrella* Bentham em bracatingais nativos”, sob orientação do professor Dr. Sebastião do Amaral Machado.

Em março de 2006 iniciou, nesta mesma instituição e curso, o doutorado.

De outubro de 2007 até abril de 2008, coordenou o trabalho de campo do Projeto Piloto para o Inventário Florestal Nacional Uruguaio como consultor FAO – Food Agricultural Organization, para o Ministério da Agricultura – MGAP.

Desde maio de 2008 tem atuado como orientadora de monografias na área de flora arbórea, de alunos de graduação da Tecnicatura em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável, Centro Universitário de Rivera - CUR, Faculdade de Ciências, UdelaR.

Desde setembro de 2009 é a coordenadora da carreira de Tecnólogo em Madeira, por convenio entre a UdelaR e o Conselho de Educação Técnico Profissional – CETP, no Centro Universitário de Rivera - CUR, Uruguai.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas e instituições que fizeram possível a concretização de uma fase crucial na minha vida contribuindo desinteressadamente em inúmeras oportunidades.

Ao meu orientador e amigo Franklin Galvão pela inspiração, a coragem, a ajuda incondicional, o espaço e o tempo dedicado e à sua esposa Maria Inês Galvão *Maninha*, por manter seu coração e a sua casa sempre abertos.

Ao Paulo César Botosso, meu co-orientador, pela lucidez, por acreditar e segurar a barra nos momentos mais difíceis, em fim, pelo carinho.

À Kelly Geronazzo quem me auxiliou com a análise multivariada, pelo seu esforço e dedicação.

Ao Prof. Anselmo Chaves Neto por guiar nos intrincados labirintos da estatística.

Ao amigo Román Ríos por tantas idéias loucas, pela confiança o carinho e o entusiasmo criador.

A Michele Ribeiro Ramos por ser a amiga e companheira que me ajudou a atingir a reta final, porque você compartilhou a sua vida comigo como somente uma irmã faria.

Ao Gustavo Ribas Curcio pela amizade, por me incentivar desde o início e por dividir a sua visão diferenciada das coisas.

À Graciela Bolson de Muñiz pelo afeto, o incentivo e por emprestar o preçado equipamento utilizado na mensuração dos anéis de crescimento.

Ao José Luis Antunez por me acompanhar em todas as coletas de campo, por derrubar as árvores e fazer os discos, me auxiliar na identificação das espécies, por abrir as trincheiras de solos, por ser um amigo sempre com força, disposição e boa vontade, únicas, assim como à sua esposa Marinela pela amizade.

Ao Tomaz Longhi Santos por ser o meu braço direito no trabalho com os anéis de crescimento, pelo entusiasmo e a amizade, sem você não teria conseguido.

Ao Cesar Justo por colaborar com a checagem da mensuração do branquilha, por me ajudar com o processamento inicial dos dados e com a herborização, por

inúmeras oportunidades de auxílio, pela paciência e a amizade, a Leonardo de Moura pela ajuda na mensuração das amostras, ao Kauê Nascimento e ao Alberto por marcar os discos, especialmente pelo compromisso com essa tarefa tão tediosa, porém fundamental.

Ao Professor Sebastião do Amaral Machado pela amizade, compreensão e ajuda, e à sua esposa Daniella.

Ao amigo Carlos Mantero pelas inúmeras colaborações, pelo empréstimo do trado de Pressler especialmente por estar, pela perseverança e boa vontade.

Ao meu amigo e colega Mario Clara, pela certeza que tem me transmitido e a força de acreditar que nossas lutas valem à pena, em fim, pela intrepidez de procurar desafios e a ousadia de compartilhá-los.

À CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior, pela concessão da bolsa de estudos. À Jussara do Rego Elias da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - PRPPG da UFPR, pelas gestões.

Ao pessoal da secretaria da pós-graduação, Reinaldo e David, tantos anos ajudando sempre com boa vontade e disposição, fazendo com que a gente se sinta em casa, muito obrigada.

À Tânia de Barros Baggio e ao Agrinaldo Rodrigues de Lima da biblioteca da Floresta, pelas várias ajudas e pelo carinho imposto no trabalho.

Ao Centro Universitário de Rivera em suas sucessivas diretivas entre 2006 y 2010, pelo apoio ao meu trabalho em inúmeras formas, especialmente à Dra. Ana Maria Casnati.

Ao meteorologista Oscar Pezzolano da estação meteorológica de Rivera e à Dirección Nacional de Meteorología do Ministério de Defensa, especialmente ao pessoal de climatologia, que organizaram a informação solicitada.

Ao laboratório de solos da Unidad de Ciencias de la Epigénesis – UNCIEP, Universidad de la República, especialmente a Yolanda, e aos professores Ofelia Gutiérrez e Daniel Panario, pelas idéias e a frutífera discussão.

Aos cidadãos da minha cidade através da Intendencia Departamental de Rivera pelo auxílio com parte do investimento para o trabalho de campo, especialmente ao Dr. Marne Osório, na época diretor do Departamento de Salubridade, Higiene e Meio

Ambiente, e ao Prof. Tabaré Viera – Prefeito, por acreditar no projeto e confiar no meu trabalho.

À historiadora Selva Chirico por colocar à minha disposição sua preciosa biblioteca para a pesquisa sobre o uso das florestas em Rivera, pelo apoio e o interesse demonstrado, desejando que possamos continuar explorando esses caminhos que iniciamos.

Às empresas que me permitiram o acesso aos locais de coleta, a Compania Forestal Uruguay SA – COFUSA, especialmente a Andrés Gomez e a Juan Otegui, à família Hutnik de Drevir SA e à família Pezzolano de Melo.

À Dirección General Forestal - Ministério de Ganadería Agricultura y Pesca, pelo empréstimo de material e pela difusão do meu trabalho, especialmente aos agrônomos Juan Pablo Nebel e Daniel San Román.

Ao Eng. Carlos Perez Arrarte do Centro Interdisciplinario de Estudios sobre el Desarrollo / Uruguay – CIEDUR e ao pessoal da organização não governamental, Grupo para la Protección Ambiental Activa – GRUPAMA, pela divulgação deste estudo.

Ao meu marceneiro Carlos por lixar todas as amostras, pela preocupação com a qualidade do trabalho e o detalhe, tão necessários.

A Yoshiko Saito Kuniyoshi e a Nelson Kuniyoshi por ser a minha família em Curitiba, com todo o seu significado.

À minha amiga Carina Kozera por seu jeito meigo de oferecer amizade e carinho, pela presença de espírito, a firme companhia e a sua família, pela amizade e acolhida.

Aos amigos Ana Paula Dâlla Corte e Alan Sulato de Andrade que nos auxiliaram em inúmeras oportunidades, por me acolher em sua casa e nos seus corações, sem vocês esta aventura não teria começado.

A Flora Osaki e sua família, pelo enorme carinho e tantas ajudas, porque sempre penso na tua força e isso tem me acudido para continuar, como uma mão que me segura quando os desafios parecem intransponíveis.

Aos meus amigos Maurício Bergamini Scheer e a Fernanda, Cátia Augustin, Maria Raquel Kanieski e ao Philipe, Letícia Penno de Sousa e à sua família Rogério,

Julia e Ney, e à turma lá da casa, Emanuela Wehmuth Alves e ao Rafael, Marcelo Scipioni e Rafael Serejo de Jesús, pela alegria, o bom humor, as ajudas providenciais e o carinho.

Aos colegas da pós que se tornaram amigos Marília Borgo, Annete Bonnet, Rodrigo Kersten, Murilo Lacerda Barddal e Christopher Thomas Blum.

Aos Professores Omar Ferreira Copes, Carlos Vellozo Roderjan, Alessandro Camargo Angelo, Antônio Carlos Nogueira, Leonardo José Cordeiro Santos e Robson Tadeu Bolzon por oferecer uma visão diferente nas suas disciplinas e pela disposição nas inúmeras conversas, sempre estimulantes.

Escola Pé da Serra do Jardim das Américas por tomar conta da Julieta e principalmente pelo carinho, a compreensão e a amizade.

A Lice Nogueira, Natalia Caballero, Gabriel Freitas, Sebastián Güida, Danilo Helguera e Edwin Acosta pela companhia o bom humor das horas a fio entre minhas madeiras, seus mamíferos, os colémbolos da Liz, o sistema de informação geográfica, muito cheiro de formol e principalmente pela inteligência, a alegria e o afeto que me mantiveram firme.

Ao pessoal de Campo Nativo pelas inúmeras emprestadas do GPS.

Aos colegas de trabalho do Centro Universitário de Rivera pelo afeto, por segurar a barra na minha ausência e a torcida.

A Luciana Rosa e a Selmira por ajudar a tomar conta de minha família e da casa durante as minhas ausências, especialmente no último ano.

À minha tia Beatriz Fernández sempre presente, sua ajuda foi providencial para que esta experiência começasse lá em 2006.

Aos meus sogros Esmeralda e Carlos pelo carinho, a preocupação constante, pelo apoio incondicional e subsídio muitas vezes fundamental, desde o primeiro até o último dia.

Ao meu cunhado Carlos Andrés por subsidiar as únicas férias que tive nestes quatro anos e meio, e a Lorena e Santi por tomar conta da Julieta quando tive que ficar em Montevideu e por manter sempre abertas as portas da sua casa quando precisei.

À minha irmã Liliana por seu amor permanente e por carregar as minhas lutas como próprias.

Ao meu irmão Orlando por solucionar inúmeras vezes minhas viagens com aparelhos insólitos e serviços de última hora, principalmente pelo carinho.

Aos meus pais Deolinda e José Antonio pelo amor, a dedicação e por me ensinar a ser livre.

À Julieta por tanta força demonstrada, você, uma pessoinha tão pequenina.

À Nahuel por ser companheiro, por procurar entender a sua mãe, por fazer as ausências o mais doces possível, meu farol nos momentos mais difíceis.

Ao meu amor Gonzalo, por dizer sim, por todas essas pequenas e grandes coisas, porque continuamos sendo *dois onde antes havia um par de uns*, por todo.

...obrigada.

“Es vana la pretensión de encerrar toda la Naturaleza en los sistemas de ecuaciones diferenciales tan caras para los ecólogos, y a fin de cuentas, puede ser más efectivo sentarse a ver discurrir las aguas de un río y a escuchar el susurro de las hojas de los árboles”.

RAMÓN MARGALEF.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE FIGURAS	XIV
RESUMO	XX
RESUMEN	XXI
ABSTRACT	XXII
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 RESENHA DA UTILIZAÇÃO DA FLORESTA NO URUGUAI	4
2.1.1 Legislação florestal uruguaia	7
2.2 CONTEXTO FITOGEOGRÁFICO	10
2.3 PLANÍCIE ALUVIAL: GEOMORFOLOGIA, SOLOS E VEGETAÇÃO ARBÓREA ASSOCIADA	16
2.4 DENDROCRONOLOGIA: BREVE HISTÓRICO E PRINCÍPIOS	18
2.5 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS	21
2.5.1 <i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. e B.J.Downs	21
2.5.2 <i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	23
2.5.3 <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Humb.; Bompl. & Kunth) O. Berg	24
2.5.4 <i>Salix humboldtiana</i> Willd.	26
2.5.5 <i>Scutia buxifolia</i> Reiss.	28
2.5.6 <i>Ocotea acutifolia</i> (Ness) Mez.	29
2.5.7 <i>Ocotea pulchella</i> (Ness) Mez.	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 LOCALIZAÇÃO E CONTEXTO GEOLÓGICO	33
3.2 CONTEXTO DE USO DAS SUB-BACIAS	35
3.3 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA	36
3.4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	39
3.4.1 Caracterização geomorfológica	39
3.4.2 Características físicas e químicas dos solos	41
3.4.3 Fitossociologia	41
3.4.4 Comparação entre feições geomórfica	42
3.4.5 Seleção e coleta das árvores para avaliação dos anéis de crescimento	44
3.4.6 Coleta dos discos e rolos de incremento	46
3.4.7 Preparo do material e mensuração dos anéis de crescimento	48
3.4.8 Análise da largura dos anéis de crescimento	50

3.4.9	Crescimento radial das espécies	52
3.4.10	Análise de crescimento de <i>S. commersoniana</i> com relação ao solo, sub-bacia, condições geomórficas e uso da encosta	53
3.4.11	Análise de crescimento de <i>S. commersoniana</i> antes e depois do plantio florestal na encosta	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.1	FLORÍSTICA	56
4.2	ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA COMPARATIVA	61
4.2.1	Comparação entre sub-bacias	61
4.2.2	Comparação entre feições geomórficas	68
4.3	CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS	83
4.3.1	<i>Ocotea acutifolia</i>	87
4.3.2	<i>Allophylus edulis</i>	90
4.3.3	<i>Salix humboldtiana</i>	93
4.3.4	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	99
4.3.5	<i>Scutia buxifolia</i>	104
4.3.6	<i>Ocotea pulchella</i>	108
4.3.7	<i>Sebastiania commersoniana</i>	111
4.4	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS SOLOS	120
4.5	INTERAÇÃO ENTRE O CRESCIMENTO DE <i>Sebastiania commersoniana</i> E VARIÁVEIS DO SOLO	122
4.5.1	Definição das variáveis latentes	122
4.6	ANÉIS DE CRESCIMENTO DE <i>Sebastiania commersoniana</i>	132
4.6.1	Controle de qualidade e sincronização da largura dos anéis de crescimento	132
4.7	DESENVOLVIMENTO DE <i>Sebastiania commersoniana</i> ANTES E DEPOIS DO PLANTIO FLORESTAL NA ENCOSTA	140
4.7.1	Análise pré-plantio florestal	141
4.7.2	Análise pós-plantio florestal	142
4.7.3	Análise conjunta pré-plantio e pós-plantio florestal	143
5	CONCLUSÕES	145
	ANEXO I - IMAGENS DUAS SUB-BACIAS.	158
	ANEXO II – PADRÃO DE QUEDA DE FOLHAS E ALTURAS MÁXIMA, MEDIANA, MÉDIA, MÍNIMA E MEDIANA E MÉDIA DO PONTO DE INVERSÃO MORFOLÓGICA DE TODAS AS ESPÉCIES.	159
	ANEXO III – INCREMENTO MÉDIO ANUAL EM FUNÇÃO DA IDADE, PARA <i>OCOTEA ACUTIFOLIA</i>, <i>ALLOPHYLUS EDULIS</i>, <i>SALIX HUMBERTIANA</i>, <i>BLEPHAROCALYX SALICIFOLIUS</i>, <i>SCUTIA BUXIFOLIA</i>, <i>OCOTEA PULCHELLA</i>.	161

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Espécies, idades e valores de crescimento dos talhões para produção de madeira da margem sul da sub-bacia Paso Vargas e da margem norte da sub-bacia Platón.....	35
Tabela 2	Feições geomórficas para ambas as sub-bacias, tipo de superfície resultante do regime morfoecultural e categorização simplificada: barra e interbarra	40
Tabela 3	Número de indivíduos amostrados por feição geomórfica, uso produtivo da encosta, sub-bacia e por tipo de coleta (disco/rolo).....	45
Tabela 4	Número de indivíduos de <i>Sebastiania commersoniana</i> , <i>Allophylus edulis</i> , <i>Blepharocalyx salicifolius</i> , <i>Ocotea acutifolia</i> , <i>Ocotea pulchella</i> , <i>Salix humboldtiana</i> e <i>Scutia buxifolia</i> amostrados em cada feição geomórfica, por sub-bacia e uso da encosta.	45
Tabela 5	Florística das espécies arbóreas, arbustivas e trepadeiras lenhosas por família botânica mostrando a presença por feição geomórfica – barra (B) e interbarra (IB), sub-bacia – Paso Vargas (PV) e Platón (P), e o seu respectivo grupo ecológico – pioneiras (P), clímax exigente em luz (CL) e clímax tolerante à sombra (CS).....	58
Tabela 6	Estimativa dos parâmetros fitossociológicos para as duas sub-bacias, Paso Vargas e Platón, apresentados em ordem decrescente segundo a percentagem de importância, incluindo os seus componentes na forma relativa, assim como a superfície de copa e a área basal ao DAP, por espécie.	63
Tabela 7	Comparação entre as duas sub-bacias, Paso Vargas e Platón, a partir dos índices de similaridade de Jaccard e de Sørensen (Czekanowski), de diversidade de Margalef, Shannon (H') e complemento Simpson (1-D), abundância de Berguer Parker e uniformidade de Pielou (J) e Simpson (E).....	66
Tabela 8	Estimativa dos parâmetros fitossociológicos para as feições geomórficas, barra e interbarra, nas duas sub-bacias, apresentados em ordem decrescente segundo a percentagem de importância, incluindo os seus componentes na forma relativa, assim como a superfície de copa e a área basal ao DAP, por espécie.	68
Tabela 9	Índices de similaridade de Jaccard e de Sørensen (Czekanowski), de diversidade de Margalef (M), Shannon (H') e o complemento de Simpson (1-D), abundância de Berguer Parker e uniformidade de Pielou (J) e Simpson (E) utilizados na comparação entre as feições geomórficas, barra e interbarra, nas duas sub-bacias.....	72
Tabela 10	Caracterização dos estratos verticais – eufótico, intermediário e oligofótico, em função da altura média, a densidade, o número de	

	espécies e a área de copa, para as feições geomórficas barra e interbarra, com dados das duas sub-bacias.	75
Tabela 11	Distribuição da área de copa nas feições geomórficas por estratos verticais e por padrão de queda de folhas, considerando as duas sub-bacias.....	77
Tabela 12	Idade média (I), diâmetro à altura do peito sem casca (d médio s/c), ponto de inversão morfológico médio (PIM médio), diâmetro de copa médio (d copa médio), altura total média (h média), incremento médio anual ao DAP (IMA d) e incremento médio anual em altura total (IMA h) para <i>S. commersoniana</i> , <i>O. acutifolia</i> , <i>A. edulis</i> , <i>S. humboldtiana</i> , <i>B. salicifolius</i> , <i>S. buxifolia</i> , <i>O. pulchella</i> por sub-bacia, Paso Vargas (PV) e Platón (P), feição geomórfica e uso da encosta.	84
Tabela 13	Estimativa da idade (I) e do incremento médio anual (IMA) a partir do DAP (d), da altura total (h) e do ponto de inversão morfológico (PIM) para as árvores de <i>O. acutifolia</i> com amostras que não foram medidas, assim como o diâmetro à do peito sem casca a partir da percentagem média de casca.	85
Tabela 14	Teste estatístico t (<i>Student</i>) para as variáveis de crescimento, altura total, idade, diâmetro à altura do peito sem casca, diâmetro de copa e altura de copa para <i>S. commersoniana</i>	116
Tabela 15	Classificação dos solos segundo os sistemas de classificação, uruguaio e brasileiro, para cada unidade amostral – U.A.	120
Tabela 16	Características dos solos, químicas: pH, bases, fósforo e matéria orgânica, e físicas: densidade e granulométrica por sub-bacia e formação geológica, assim como por feição geomórfica e uso produtivo da encosta, para três profundidades (5, 40 e 80 cm).	121
Tabela 17	Fatores resultantes da análise fatorial das sete variáveis de crescimento de <i>S. commersoniana</i> , autovalores, percentagem de variância explicada por cada fator e percentagem de variância explicada acumulada.	122
Tabela 18	Pesos dos fatores depois de realizada a rotação ortogonal varimax.	123
Tabela 19	Comunalidade resultante da análise fatorial das sete variáveis de crescimento de <i>S. commersoniana</i> , variância explicada por cada variável.	124
Tabela 20	Cargas canônicas – R_c (correlações estruturais canônicas), pesos e variância explicada por cada variável dependente observada e as variáveis estatísticas canônicas (eixos) para as variáveis de solo a 5 cm.	129
Tabela 21	Cargas canônicas – R_c (correlações estruturais canônicas), pesos e variância explicada por cada variável dependente observada e as	

	variáveis estatísticas canônicas (eixos) para as variáveis de solo a 80 cm.....	132
Tabela 22	Qualidade da sincronização conjunta entre as séries cronológicas de anéis de crescimento do lenho das árvores de <i>S. commersoniana</i> para os raios de melhor desempenho, para as condições de barra e interbarra.	133

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa Fitogeográfico da região da bacia do rio da Prata proposto por CHEBATAROFF, em 1960.	11
Figura 2	Principais ligações entre a flora lenhosa do Uruguai e as regiões vizinhas de acordo com BRUSSA e GRELA, 2007: 1- ligação com a flora paranaense se faz por três vias, a conexão do Rio Uruguai (seta A), pela depressão Central Gaúcha que se continua na bacia Rivera -Tacuarembó (seta B), e pelo Planalto Sul Riograndense que estende-se através das serras do leste e nordeste do Uruguai (seta C); 2- com a flora marinha do Atlântico na bacia da Lagoa Mirim (seta E); 3- com a flora das planícies do Chaco Ocidental (seta D); 4- com a flora do Cerrado nos topos dos morro achatados de Rivera e Tacuarembó (seta G).	12
Figura 3	Croqui de localização geral das sub-bacias Paso Vargas e Platón, Uruguai (sem escala).....	33
Figura 4	Contexto geral das sub-bacias Paso Vargas e Platón, partindo desde o divisor de águas até o local de coleta. Em branco estão indicados os nove locais de coleta; sendo a linha amarela a fronteira entre Uruguai e Brasil.	34
Figura 5	Vista geral das sub-bacias Paso Vargas (a) e Platón (b), Uruguai. As setas verdes indicam a floresta ciliar, lugar onde foi realizada a coleta de amostras.	36
Figura 6	Climatograma - diagrama climático desenvolvido para a região, segundo a metodologia de GAUSSEN (1954), proposta por WALTER e LIETH (1967). Dados: Dirección Nacional de Meteorología – estación Rivera, 2009.	37
Figura 7	Precipitação anual acumulada em relação à média (1573 mm) para o período 1978 a 2008. Dados: Dirección Nacional de Meteorología, estación Rivera, 2009.	38
Figura 8	Temperatura média e desvio padrão mensal (°C) para o período 1978 a 2008 (esquerda). Intervalo de temperatura mensal (°C), média máxima e mínima, para o período 1978 a 2008 (direita). Dados: Dirección Nacional de Meteorología, estación Rivera, 2009.....	39
Figura 9	Evolução da temperatura média mensal (°C) para o período 1978 a 2008. Dados: Dirección Nacional de Meteorología, estación Rivera, 2009.....	39
Figura 10	Feições geomórficas em superfícies de agradação e degradação, para regime morfoescultural, segundo CURCIO, 2006.....	40

Figura 11	Procedimento de coleta dos discos transversais do tronco de <i>Sebastiania commersoniana</i> em campo; a) corte dos discos, b) dano encontrado frequentemente, causado pela larva de um inseto xilófago; c) e d) discos identificados e prontos para serem secos e lixados.....	46
Figura 12	Coleta de rolos de incremento com trado de <i>Pressler</i> : a) extração da amostra à altura do DAP, b) fixação do rolo de incremento no suporte, c) identificação da amostra e d) amostra pronta para ser trabalhada.....	47
Figura 13	Etapas de preparo, reconhecimento e mensura dos anéis de crescimento: a) rolo de incremento de <i>Allophylus edulis</i> fixado sobre suporte de madeira, polido e com as limites dos anéis de crescimento identificados e delimitados; b) disco transversal do tronco de <i>Sebastiania commersoniana</i> com os quatro raios definidos e com os limites dos anéis de crescimento demarcados; c) detalhe de um estereomicroscópio utilizado na etapa de identificação dos limites dos anéis de crescimento e d) mesa de mensuração, detalhe da plataforma da mesa e a conexão de saída para o sistema – computador.....	49
Figura 14	Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente para a sub-bacia Paso Vargas.	64
Figura 15	Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente para a sub-bacia Platón.....	65
Figura 16	Diagrama de abundância relativa – <i>rank-abundance diagram</i> – para as duas sub-bacias, Paso Vargas e Platón, utilizando a densidade relativa das espécies, classificadas das mais abundantes para as mais raras.	67
Figura 17	Representação gráfica das estimativas dos parâmetros fitossociológicos, densidade relativa (DR), dominância relativa (DoR), frequência relativa (FR), em ordem decrescente segundo a percentagem de importância (PI), para as duas feições geomórficas, nas duas sub-bacias.....	70
Figura 18	Diagrama de abundância relativa – <i>rank-abundance diagram</i> – para as feições geomórficas, barra e interbarra.....	73
Figura 19	Representação gráfica da distribuição da área basal em (m ² /ha) por espécie, comparativamente entre as duas feições geomórficas, com dados das duas sub-bacias.....	74
Figura 20	Representação gráfica da distribuição da área de copa em (m ² /ha) por espécie, em forma comparativa entre as duas feições geomórficas, barra e interbarra, para as duas sub-bacias.....	74
Figura 21	Diagrama de estratificação vertical para as espécies amostradas, em ordem decrescente segundo a altura máxima, mostrando as alturas	

	máxima, mediana e mínima para cada feição geomórfica, para as duas sub-bacias.	79
Figura 22	Comparação gráfica das alturas para todas as espécies por feição geomórfica, para as duas sub-bacias: altura total máxima (h máx.), altura total média (\bar{h} média), mediana da altura total (h mediana), altura total mínima (h mín.), ponto de inversão morfológica médio (PIM médio) e mediana do ponto de inversão morfológica (PIM mediana), todas expressas em metros.	81
Figura 23	Altura da copa para as espécies comuns as duas feições geomórficas, com dados das duas sub-bacias.	81
Figura 24	Diagrama de comprimento de copa médio para as espécies amostradas, em ordem decrescente segundo a mediana da altura total, a partir da representação gráfica das medianas da altura e do ponto de inversão morfológica, para as feições geomórficas barra e interbarra, para as duas sub-bacias.	82
Figura 25	Distribuição dos valores de idade ao DAP de <i>O. acutifolia</i> estimados pela equação com relação aos mensurados, para as três variáveis independentes consideradas (d; PIM e h).	86
Figura 26	Distribuição das variáveis de crescimento estudadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média, incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para <i>O. acutifolia</i> , por sub-bacias, (PV e P), e por uso da encosta (P. florestal e Campo).	89
Figura 27	Evolução das variáveis, incremento médio anual ao DAP, incremento médio anual em altura e diâmetro à altura do peito sem casca, em função da idade em classes de dez anos (indicam-se os centro de classe) para <i>Ocotea acutifolia</i> – canela-preta ou laurel-negro.	89
Figura 28	Distribuição das variáveis de crescimento analisadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média, incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para <i>A. edulis</i> , por sub-bacia e por tipo de uso da encosta.	92
Figura 29	Incremento médio anual ao DAP, incremento médio anual em altura e diâmetro à altura do peito sem casca, em função da idade em classes de dez anos (centro de classe) para <i>Allophylus edulis</i> – vacuum ou chal-chal.	93
Figura 30	Distribuição das variáveis de crescimento analisadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média,	

	incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para <i>S. humboldtiana</i> , por sub-bacia e por tipo de uso da encosta.....	94
Figura 31	<i>Salix humboldtiana</i> , feições nas quais foi coletado: a) barra atual em Paso Vargas; b) barra subatual em Paso Vargas; e feições nas quais foi observado: c) depósito psefítico no canal de Platón, setor campo pastejado e, d) sobre ilha de seixos rolados na foz do rio Quarai no rio Uruguai, na tríplice fronteira Argentina – Brasil – Uruguai.	95
Figura 32	Incremento médio anual ao DAP, incremento médio anual em altura e diâmetro à altura do peito sem casca, em função da idade em classes de dez anos (centro de classe) para <i>Salix humboldtiana</i> – salgueiro ou sauce.	97
Figura 33	Incremento radial da espessura de casca em mm em função da idade em anos para <i>Salix humboldtiana</i> – salgueiro.....	99
Figura 34	Distribuição das variáveis de crescimento analisadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média, incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para <i>B. salicifolius</i> , por sub-bacia e por tipo de uso da encosta.....	101
Figura 35	Incremento médio anual em diâmetro, incremento médio anual em altura e diâmetro à altura do peito sem casca, em função da idade em classes de dez anos (centro de classe) para <i>Blepharocalyx salicifolius</i> – murta ou arrayán.....	103
Figura 36	Distribuição das variáveis de crescimento analisadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média, incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para <i>S. buxifolia</i> , por sub-bacia e por tipo de uso da encosta.....	106
Figura 37	Incremento médio anual ao diâmetro à altura do peito sem casca, incremento médio anual em altura e diâmetro à altura do peito sem casca, em função da idade em classes dez anos (centro de classe) para <i>Scutia buxifolia</i> – coronilha ou coronilla.	107
Figura 38	Distribuição das variáveis de crescimento analisadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média, incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para <i>O. pulchella</i> , por sub-bacia e por tipo de uso da encosta.....	110

Figura 39	Incremento em diâmetro à altura do peito (DAP) sem casca em função da idade em classes de dez anos (centro de classe) para <i>Ocotea pulchella</i> – canela-lageana.	110
Figura 40	Distribuição das variáveis de crescimento analisadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média, incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para <i>S. commersoniana</i> , por sub-bacia e por tipo de uso da encosta.....	112
Figura 41	Incremento médio anual ao DAP, incremento médio anual em altura e diâmetro à altura do peito sem casca, em função da idade em classes de dez anos (centro de classe) para <i>Sebastiania commersoniana</i>	114
Figura 42	Representação gráfica do agrupamento obtido a partir da análise de componentes principais – ACP, utilizando as variáveis de crescimento de <i>S. commersoniana</i> , para separar as unidades amostrais por sub-bacia.....	124
Figura 43	Representação gráfica da análise de redundância – RDA, mostrando as correlações entre as variáveis de crescimento de <i>S. commersoniana</i> e características físicas e químicas do solo a 5 cm de profundidade, e o agrupamento das parcelas.	127
Figura 44	Representação gráfica da análise de redundância – RDA, mostrando as correlações entre as variáveis de crescimento de <i>S. commersoniana</i> e características físicas e químicas do solo a 80 cm de profundidade.	130
Figura 45	Gráficos que representam, na sequência, as séries de raios de anéis de crescimento (mm) de <i>Sebastiania commersoniana</i> selecionados para a construção das curvas máster, das quatro unidades amostrais correspondentes à sub-bacia Paso Vargas.....	134
Figura 46	Gráficos que representam, na sequência, as séries de raios de anéis de crescimento (mm) de <i>Sebastiania commersoniana</i> selecionados para a construção das curvas máster, das quatro unidades amostrais correspondentes à sub-bacia Platón.	136
Figura 47	Curvas máster de índices das séries cronológicas de anéis de crescimento do lenho de <i>Sebastiania commersoniana</i> da sub-bacia Paso Vargas – AFC01, AFA02, ACC0A e ACA05 – e da sub-bacia Platón – BCA06, BCC07, BFA08 e BFC09.	138
Figura 48	Precipitação anual acumulada em relação à média (1574 mm) para o período 1978 a 2007. Fonte: Dirección Nacional de Meteorología, estación Rivera, 2009.	138

Figura 49	Gráficos que representam a quantidade de amostras de <i>Sebastiania commersoniana</i> da sub-bacia Paso Vargas, utilizadas pelo programa COFECHA, para a obtenção das curva máster.....	139
Figura 50	Gráficos que representam a quantidade de amostras de <i>Sebastiania commersoniana</i> da sub-bacia Platón, utilizadas para a obtenção das curva máster.	140
Figura 51	Média, desvio dos índices e distribuição das frequências (transformados pela soma do valor 10) para encostas com campo pastejado e encostas a serem plantadas com <i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i> , ou plantadas com árvores menores que cinco anos.	142
Figura 52	Índice médio, desvio e distribuição das frequências (transformados pela soma do valor 10) para o período pós-plantio florestal na encosta (1996 – 2007) para encostas com campo pastejado e encostas plantadas com <i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i> , com árvores maiores que cinco anos.....	142
Figura 53	Índice médio, desvio, e distribuição das frequências de desvio dos índices (transformados pela soma do valor 10) para o período pré e pós-plantio florestal na encosta (1984 – 1995 e 1996 – 2007) para encostas com campo pastejado.	143
Figura 54	Índice médio, desvio, e distribuição das frequências (transformados pela soma do valor 10) para o período pré e pós-plantio florestal na encosta (1984 – 1995 e 1996 – 2007) para encostas com plantio florestal.	144

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi identificar o potencial bioindicador da dinâmica dos ambientes fluviais, de sete espécies de árvores subtropicais a partir da análise de seus anéis de crescimento em duas sub-bacias do rio Tacuarembó, Rivera, Uruguai. A floresta aluvial foi estratificada em barra e interbarra, instalando-se 8 parcelas de 100 m², onde foram determinadas características físicas e químicas dos solos, realizada uma análise fitossociológica expedita e utilizados índices de similaridade, diversidade e abundância proporcional para sua caracterização comparativa. Para o diagnóstico dos anéis de crescimento foram coletadas 131 amostras à altura do peito, 61 discos de caule de *Sebastiania commersoniana*, e um total de 70 rolos de incremento de *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Salix humboldtiana*, *Scutia buxifolia*, *Ocotea acutifolia* e *Ocotea pulchella*. As amostras foram preparadas e analisadas fazendo uso de ferramentas e técnicas de dendrocronologia. Foram empregados métodos multivariados de componentes principais e análise canônica, bem como a análise de variância para a exploração conjunta dos dados. A florística das sub-bacias Paso Vargas e Platón caracterizou-se pelo predomínio de Lauraceae, Myrtaceae e Solanaceae, testemunhas da forte influência da Floresta de Quebrada, ocorrendo proeminência de espécies pioneiras (61%). Platón foi pouco mais diversa que Paso Vargas ($J = 0,89$ e $0,83$, $E = 0,6$ e $0,5$) e ambas foram floristicamente distintas, Jaccard 45 e Sørensen 62, com nível médio de diversidade, segundo o índice de Shannon (2,41 e 2,19 nats / ind.). Do ponto de vista da estrutura vertical, foi possível verificar a existência de três estratos, definir a altura média do dossel para barra (9m) e interbarra (8m), estando o estrato eufótico composto principalmente por espécies perenes, 82% na barra e 68% na interbarra, enquadrando as comunidades como floresta laurifolia, apesar da sua condição de ribeirinha. A amplitude de idades esteve entre 12 (*S. humboldtiana*) e 78 anos (*O. acutifolia*). Os menores incrementos diametrais médios anuais estiveram ligados a *B. salicifolius* (1,5 mm/ano), *S. buxifolia* (1,7 mm/ano) e *A. edulis* (2,2 mm/ano), enquanto as espécies de mais rápido desenvolvimento foram *O. acutifolia* e *S. humboldtiana* com 7 e 10 mm/ano, respectivamente. As variáveis de crescimento de *S. commersoniana* apresentaram correlação significativa e positiva na análise canônica com a relação das frações areia/argila e o pH em KCl aos 80 cm; contudo não se correlacionaram com as variáveis, conteúdo de matéria orgânica, soma de bases e percentagem de argila aos 5 cm e aos 80 cm de profundidade. Usando o conceito de controle antes e depois do impacto (BACI) e a partir de índices gerados com os valores de incremento em diâmetro anual de *S. commersoniana*, foi testada a influência do uso diferencial da encosta, campo pastejado versus plantios com *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. sobre o crescimento da espécie na floresta aluvial. Foi definido como período pré-plantio florestal 1984-1995 e 1996-2007 como pós-plantio. Em todas as situações testadas, linha de base, antes e depois, e depois do plantio florestal as diferenças entre os índices de *S. commersoniana* resultaram não significativas com um nível de confiança de 95%, concluindo que o uso da encosta, com plantios florestais ou campos, não influenciaram significativamente as série de anéis. Os resultados permitiram visualizar uma linha de trabalho focada nas espécies florestais como indicadoras da qualidade ambiental de bacias hidrográficas num entendimento delas como sistemas complexos, onde uma vez que as informações obtidas sejam complementadas caberá a possibilidade de estruturar parâmetros quantitativos de qualidade ambiental aplicáveis em diferentes escalas.

Palavras-chave: floresta aluvial subtropical, bioindicadores, dendrocronologia fitossociologia.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue identificar el potencial bioindicador de la dinámica de ambientes fluviales, de siete especies arbóreas subtropicales a partir del análisis de sus anillos de crecimiento en dos sub-cuencas del río Tacuarembó, Rivera, Uruguay. La selva aluvial ribereña fue estratificada en albardón y canal, instalándose 8 unidades muestrales cuadradas de 100 m², donde se determinaron características físicas y químicas de los suelos, realizándose un análisis fitosociológico expedito y manejando índices de similaridad, diversidad y abundancia proporcional, para su caracterización comparativa. Para el análisis de los anillos de crecimiento se colectaron 131 muestras a la altura del pecho, 61 discos de caule de *Sebastiania commersoniana* y un total de 70 rollos de incremento de *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Salix humboldtiana*, *Scutia buxifolia*, *Ocotea acutifolia* y *Ocotea pulchella*. Las muestras fueron preparadas y analizadas utilizando herramientas y técnicas dendrocronológicas. Se recurrió a métodos multivariados, discriminantes y de componentes principales, así como al análisis de varianza para la exploración conjunta de los datos. La florística de las sub-cuencas Paso Vargas y Plantón se caracterizó por un predominio de Lauraceae, Myrtaceae y Solanaceae atestiguando gran influencia de las selvas de quebrada, ocurriendo supremacía de especies pioneras (61%). Plantón resultó más diversa que Paso Vargas (J = 0,89 y 0,83; E = 0,6 y 0,5) y ambas fueron florísticamente distintas, Jaccard 45 y Sørensen 62; presentando diversidad media según Shannon (2,41 y 2,19 nats/ind). Desde el punto de vista de la estructura vertical fue posible comprobar la existencia de tres estratos, definir alturas medias para el dosel de albardón (9m) y canal (8m), con el estrato eufótico constituido mayoritariamente por especies perennes, 82% en albardón y 68% canal, enmarcando a las comunidades como selva laurifolia, a pesar de su condición de ribereña. La amplitud de edades estuvo entre 12 (*S. humboldtiana*) y 78 años (*O. acutifolia*), donde los menores valores de las variables de crecimiento estuvieron vinculados con *A. edulis* y *S. buxifolia*, mientras que los ejemplares con mayor desarrollo fueron *O. acutifolia*, *O. pulchella* y *S. humboldtiana*. Las variables de crecimiento de *S. commersoniana* presentaron correlación significativa y positiva para el análisis canónico con las variables de suelo, relación arena/arcilla y el con pH en KCl a los 80 cm, no se correlacionaron con las variables, contenido de materia orgánica, suma de bases y porcentaje de arcilla a los 5 cm y a los 80 cm de profundidad. Utilizando el concepto de control antes y después del impacto (BACI) y a partir de las curvas master generadas para *S. commersoniana* fue experimentada la influencia sobre la variación en el crecimiento de la especie en selva aluvial, en función del uso diferencial de la ladera, campo pastoreado versus plantaciones con *Pinus* spp. y *Eucalyptus* spp. Se definió como período pre-plantación forestal, 1984-1995 y pos-plantación 1996-2007. En todas las situaciones probadas, línea de base, antes y después, así como después de la plantación forestal las diferencias entre las curvas master para *S. commersoniana* resultaron en no significativas a un nivel de 95% de confianza, concluyendo que el uso de la ladera, con plantaciones forestales o con campos, no influye significativamente sobre las series de anillos. Os resultados permitieron visualizar una línea de trabajo enfocada en las especies arbóreas como indicadores de calidad ambiental de cuencas hidrográficas, en su entendimiento como sistemas complejos, donde una vez complementada la información obtenida será posible establecer parámetros clasificatorios de calidad ambiental aplicables a diversas escalas.

Palabras-clave: selvas aluviales subtropicales, bioindicadores, dendrocronología, fitosociología.

ABSTRACT

The main objective of this research was to identify the bioindicator potential of fluvial environment dynamics, of seven woody subtropical species from the analysis of their annual growth rings, in two sub-basins of Tacuarembó River, Rivera, Uruguay. The lowland forest was stratified into geomorphologic surfaces, levee and channel, and setting up eight 100 m² square sample plots, where they were established physical and chemical soil characteristics, carried out an expeditiously phytosociological analysis and used similarity, diversity and relative abundance indexes to their comparative characterization. For the diagnosis of the tree ring growth were collected 131 samples at breast height, 61 discs of *Sebastiania commersoniana* stem, and a total of 70 increment cores, of *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Salix humboldtiana*, *Scutia buxifolia*, *Ocotea acutifolia* and *Ocotea pulchella*. The samples were prepared and analyzed using dendrochronology tools and techniques. Multivariate methods of principal components and canonical analysis were used, as well as analysis of variance for pooling the data. The flora of Paso Vargas and Platón sub-basins were characterized by the dominance of Lauraceae, Myrtaceae and Solanaceae, witness the strong influence of tropical relict forest, occurring pre-eminence of pioneer species (61%). Platón was little more diverse than Paso Vargas ($J = 0,89$ vs. $0,83$, $E = 0,6$ vs. $0,5$) and both were floristically distinct, according Jaccard and Sørensen indexes (45 and 62), with average level of diversity, according to Shannon index (2.41 and 2.19 nats / ind.). From vertical structure standpoint, it was possible to verify the existence of three layers, set the average canopy height in 9m for levee, and in 8m for channel, with the euphotic layer composed primarily of perennial species, 82% in sedimentation surfaces and 68% in erosion surfaces, framing communities as laurel forest, despite its status as riparian. Ages ranged from 12 years (*S. humboldtiana*) to 78 years (*O. acutifolia*), where the lowest mean annual increment in diameter were connected to *B. salicifolius* (1,5 mm / year), *S. buxifolia* (1,7 mm / year) and *A. edulis* (2,2 mm / year), while the more developed specimens were *O. acutifolia* and *S. humboldtiana*, with respectively 7 and 10 mm / year. Growth variables of *S. commersoniana* showed a significant positive correlation in canonical analysis with the variables of soil, sand / clay relation and pH in KCl at 80 cm, and absence correlation with organic matter content, soil cations and clay percentage at 5 cm and 80 cm depth. Using the concept before and after control impact (BACI) and the master curves generated from the values of annual growth of *S. commersoniana*, were tested the influence of differential use of the hillside with cattle grazing versus *Pinus* spp. and *Eucalyptus* spp. plantations, on the lowland forest growth species. Pre-planting and post-planting periods were defined as 1984-1995 and 1996-2007. In all tested cases, baseline, before and after, and after wood species plantation, differences between growth rates of *S. commersoniana* resulted not significant with 95% confidence level, concluding that the use of hillside with wood species plantations or cattle grazing land do not affect significantly the development of *Sebastiania commersoniana*, expressed on it tree ring growth. The results showed a work line focused on forest species as environmental quality indicators of watersheds use, as an understanding of these complex systems, where once the information obtained is improved it will be able to structure quantitative parameters applicable to environmental quality at different scales.

Keywords: subtropical lowland forest, bioindicators, dendrochronology and phytosociology.

1 INTRODUÇÃO

O Uruguai possui uma superfície territorial continental de 176.215 km², dominada por uma paisagem predominantemente campestre. As florestas limitam-se às margens dos rios, tanto nas planícies como nas serras, e em vales estreitos com elevada declividade, conformando nascentes de rios. As formações florestais localizadas na região setentrional do país são as mais ricas quanto à florística e à diversidade de tipos.

Essa maior diversidade no norte do país, notadamente nos departamentos de Rivera e Tacuarembó, é em grande parte consequência de maiores valores de precipitação, de temperatura e de maior amplitude térmica mensal, somado a solos com capacidade diferenciada de estoque de água.

O Uruguai pode ser considerado como um país de clima chuvoso sem estação seca definida, porém com uma elevada variabilidade interanual, sendo mais acentuada no norte do país (de 20 a 30%). Porém, existem diferenças intranuais de conteúdo de água disponível no solo em decorrência dos processos de evaporação e evapotranspiração. Em termos gerais, as isolinhas de evapotranspiração aumentam de sul para o norte, justificadas pelas altas temperaturas do período dezembro - março, onde determinam eventuais déficits hídricos.

Como consequência da predominância de vegetação herbácea em 97% do território uruguaio, assim como do histórico de ocupação e uso da terra, as principais atividades econômico-produtivas têm sido tradicionalmente a pecuária e a agricultura. Numa tentativa de diversificar e ampliar as opções produtivas, assim como garantir uma segurança energética, destinou-se, com base na Lei Florestal 15.939, em 1987, 38.617,15 km² como prioritários para plantios florestais. Dessa área, foram plantadas, até 2004, conforme documentação da Direção Florestal do Ministério de Pecuária Agricultura e Pesca – MGAP, 6.714,63 km², restando ainda 31.686,13 km² de campos com possibilidade de serem ocupados por vegetação arbórea.

Esta orientação legal desencadeou na sociedade uruguaia questionamentos e preocupações em relação ao efeito que uma conversão desta magnitude poderia provocar nos aquíferos e na vazão dos cursos de água, ao transformar em mais de 20% do território nacional, em um curto espaço de tempo, de uma cobertura herbácea em arbórea.

Os plantios florestais com espécies de rápido crescimento em área de nascentes, nas cabeceiras de drenagens e ainda em extensas áreas onde antes havia vegetação herbácea, pressupõem modificação da dinâmica hídrica, em pequena e grande escala.

Do mesmo modo, plantios florestais em encostas até o limite das planícies aluviais com floresta nativa poderiam provocar alteração na dinâmica sazonal do lençol freático, especialmente em época de estiagem, o que afetaria o desenvolvimento de vegetação arbórea nativa, tanto por concorrência por água, como por sombreamento.

Existem muitas especulações acerca disso, mas todas elas baseadas em dados de outras regiões, com condições climáticas, geológicas, pedológicas, altitudinais e vegetacionais diferentes. Considerando que as ações acontecem na escala de pequenas propriedades rurais, o foco do manejo sustentável dos recursos hídricos deveria estar centrado nelas.

Este trabalho foi concebido com o propósito de reunir informações sobre os ambientes ciliares para futuramente avaliar essa nova situação de cobertura do solo, atuando, neste primeiro momento, com sete espécies subtropicais de ampla distribuição, tanto no Uruguai quanto no sul do continente. Essas espécies poderiam ser alçadas como bioindicadoras de modificações ambientais, com especial interesse nas modificações do regime hídrico, mediante o efeito na largura de seus anéis de crescimento.

Os bioindicadores são ferramentas cada vez mais empregadas para monitorar impactos causados ao ambiente, pois são menos onerosos quando comparados a métodos físico-químicos. Nesse sentido, os anéis de crescimento são especialmente úteis porque registram o histórico das variações ambientais onde as árvores se desenvolvem.

Desta forma, a aplicação de procedimentos dendrocronológicos torna-se uma ferramenta essencial, possibilitando utilizar as informações contidas nos anéis de crescimento no estudo de questões ecológicas e do ambiente ciliar.

O incremento de pesquisas vinculadas às florestas ciliares, em diferentes áreas do conhecimento, tem sido estimulado nas últimas décadas como resposta à necessidade de maior conhecimento científico que respalde a sua conservação e recuperação,

atividades que passaram a ser cada vez mais frequentes e exigentes na qualidade das ações propostas (RODRIGUES e LEITÃO FILHO, 2004).

Trabalhou-se com sete espécies com ênfase em *Sebastiania commersoniana*, espécie amostrada em de discos de caule, complementando a amostragem com espécies que se desenvolvem em ambientes aluviais e apresentam ampla distribuição na bacia do rio Tacuarembó. Estas espécies foram *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Salix humboldtiana*, *Scutia buxifolia*, *Ocotea acutifolia*, e *Ocotea pulchella*, das quais se extraíram rolos de incremento.

O presente trabalho teve como objetivo principal identificar a potencialidade de sete espécies arbóreas subtropicais de ampla distribuição como bioindicadoras de qualidade ambiental, em duas sub-bacias do rio Tacuarembó, Uruguai. São objetivos específicos:

- compartimentar e caracterizar comparativamente o ambiente aluvial realizando um levantamento fitossociológico expedito das áreas de coleta;
- conhecer as características biométricas das sete espécies escolhidas, todas com ampla distribuição nos ambientes aluviais do Uruguai;
- analisar os anéis de crescimento das sete espécies, utilizando algumas técnicas e procedimentos dendrocronológicos;
- determinar algumas características físicas e químicas dos solos nos locais de coleta vinculando tais características com o desenvolvimento de *Sebastiania commersoniana*;
- comparar o desenvolvimento de *Sebastiania commersoniana* em função dos diferentes usos produtivos da encosta, nas sub-bacias estudadas.

HIPÓTESES

A presença de determinadas espécies arbóreas em ambientes fluviais vinculada à idade e às características sucessionais, possibilita a inferência de ocorrências passadas no ambiente fluvial podendo-se constituir dessa forma em bioindicadores.

As variações nos fatores ambientais, tanto bióticos quanto abióticos, periódicas ou não, afetam de maneira similar o incremento em diâmetro das espécies florestais, o qual pode ser avaliado através de seus anéis de crescimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RESENHA DA UTILIZAÇÃO DA FLORESTA NO URUGUAI

As florestas da República Oriental do Uruguai historicamente foram determinantes para a expansão e manutenção das ferrovias, para construções rurais e delimitação de propriedades, para utilizações domésticas e comerciais (i.e.: padarias, restaurantes, etc) e na mineração, com destaque para a de ouro nas minas de Corrales, San Gregorio e Santa Ernestina. Os maiores consumidores de madeira, por excelência, são os centros urbanos, sendo os atores fundamentais na evolução das formações florestais da região.

No Uruguai, desde o século XIX, existem mandatos para a proibição do corte de floresta no geral e da floresta ciliar, em especial. No que se refere especificamente à região norte do país, em 25 de outubro de 1859, por decreto da *Junta Económico Administrativa de Tacuarembó*, estabeleceu-se que a madeira da floresta somente poderia ser utilizada para fins específicos, estritamente... *“para que cerquem e povoem (com gado) cada um de seus terrenos, os que não o tenham feito por motivo da guerra, sob pena de perdê-los como o dispõe a Art. 6º. do decreto de ...”*. Da mesma forma, ficava também absolutamente proibida a exportação de madeira e lenha das margens do Cuñapirú¹ pelo Brasil, dado que traria a extinção de suas escassas florestas, ao prosseguir de forma tão considerável sua exploração (BARRIOS PINTOS, 1962).

Nas entrelinhas do mandato citado anteriormente, fica clara a intencionalidade do mesmo: frear a extração de lenha, sendo que menciona explicitamente, *“de prosseguir de forma tão considerável sua exploração”*, ou seja, a exploração já era, de fato, apreciável.

GAUTREAU (2006) fez uma pesquisa exaustiva sobre o tema e a denominou de *“uma avaliação geográfica de 300 anos de relatos de “destruição” das florestas uruguaias – séculos XVIII a XX”*. Nela revelou que em muitas oportunidades os relatos de crise florestal estiveram muito ligados a questões sociais, de reivindicações relativas ao uso e a posse do recurso mais do que a escassez do mesmo.

¹ Afluente do rio Tacuarembó, que nasce na divisa entre Uruguai e Brasil, a 5 km da cidade de Rivera.

Relatos de carvoeiros, em 1811, mencionavam que as florestas perto de Montevideu já não proporcionavam nenhuma “*lenha confortável*”, ou seja, peças úteis para trabalhos rurais como construção de casas, currais e cercados de plantações, e não se achavam nelas “*um só pau regular para arrumar os já existentes*”. Este relato faz parte de um litígio onde os trabalhadores solicitavam permissão para explorar as florestas do rio San José, distante mais de 100 km de Montevideu (lembrando que a independência do Uruguai somente ocorreria em 1825).

A partir do relato anterior e de outros tantos similares, GAUTREAU, op cit. indica que a crise manifestada nestes é de uma amplitude tal que supera muito a simples falta de madeira. Certamente faz muito sentido descobrir que estas formações arbóreas, mesmo sendo marginais, constituem uma verdadeira infra-estrutura da qual depende a atividade nas estepes. Dessa forma, de florestal, a crise torna-se, para os autores, numa crise territorial e da agricultura e pecuária, em particular. Advertem, entretanto, como uma das conclusões inovadoras do trabalho, que se devem relativizar os relatos de crise, mantidos essencialmente pelo enfrentamento entre fazendeiros e lenhadores: os embates sobre o recurso madeira não seriam produto unicamente da sua escassez, mas também de um processo de luta por controlar o recurso, salientando que, a exceção de uma breve menção em 1757, os indígenas não haviam relatado problemas graves neste assunto e que até 1875 as florestas do território da Banda Oriental (Uruguai) eram de uso público, cuja exploração se dava por autorização do governo nacional e, posteriormente, delegada às Juntas Econômicas Administrativas regionais, e que não necessariamente eram obtidas ou solicitadas pelos donos da terra onde as florestas cresciam, e sim geralmente por lenhadores e carvoeiros, os quais seriam os grupos sociais vinculados às florestas.

Os processos de ocupação do território da fronteira norte do Uruguai, surgem como uma necessidade de conter o avanço do contrabando de gado para o Brasil, e, assim, cria-se o povoado de Batoví e, posteriormente, Villa Ceballos, atualmente onde está localizada a cidade de Rivera. Porém, é com a chegada da ferrovia à Rivera, vinda de Paso Tranqueras, fato ocorrido em 11 de fevereiro de 1892, que acontece o real desenvolvimento da região, autorizando-se também o trânsito de mercadorias para o Brasil. A presença da ferrovia estimulou a incorporação de novas áreas ao setor de produção, o funcionamento do mercado e contribuiu também, de maneira indireta, para

uma efetiva integração nacional, ao deter a polarização exercida pelo Brasil sobre o nordeste uruguaio (CAMPAL, 1969; AFE, 2010).

Originalmente, as locomotivas vieram preparadas para consumir carvão mineral. No entanto, durante a Primeira Guerra Mundial houve desabastecimento de muitos produtos, dentre eles o carvão mineral e, como consequência, as locomotivas começaram a utilizar lenha especialmente de povoamentos de eucaliptos próximos de cumprir um quarto de século. A utilização da lenha trouxe dois problemas muito lembrados: o particular cheiro que se desprendia da chaminé e os frequentes incêndios nos plantios florestais a beira da ferrovia, causados por fagulhas que emanavam das máquinas. Com o final da guerra, a propulsão das locomotivas continuou sendo feita por lenha, mesmo que misturada com carvão. Frequentemente ocorriam também períodos de desabastecimento de lenha para as locomotivas a vapor. A partir de meados do século XX, as locomotivas a vapor foram sendo substituídas por motores a óleo diesel, mesmo que em determinadas épocas de crise mundial do petróleo, como a de 1969, reativassem as locomotivas a vapor, cessando sua atividade para a região de Rivera em 1977 (AFE, 2010).

Outra possível atividade consumidora de madeira poderia ter sido a mineração em Minas de Corrales. Neste sentido, DE MALHERBE (1895) assegurou que, apesar da relevância das florestas, as quais poderiam ter fornecido o combustível necessário para o funcionamento da mina, as mesmas estavam longe dos estabelecimentos de trabalho e os proprietários dessas florestas, sabendo da necessidade que os mineiros tinham de combustível, foram muito exigentes quanto aos preços e as quantidades disponibilizadas. A vantagem da proximidade entre florestas e minas tornou-se então, em grande parte, inútil, optando, os mineradores ingleses, desde o início, por construir uma usina hidrelétrica no rio Cuñapiru, a qual seria a primeira na categoria a ser construída na América Latina. Foi considerada a possibilidade de substituir a energia hidráulica pela térmica na moagem do minério, fato nunca concretizado.

Finalmente, procurando confirmar ou refutar os relatos das últimas décadas do século XX, os quais se referem à degradação das florestas provocada pelas práticas de pastoreio do gado nos estabelecimentos agropecuários, GAUTREAU (2006), a partir de um conjunto de 13 propriedades rurais, analisando a superfície de florestas cartograficamente observáveis, comparou fotografias áreas de 1966 com imagens de 2004. Verificou que houve uma expansão das florestas no período, contradizendo o

senso comum que é de redução. Esta informação coincide com as estatísticas nacionais, que indicam que a cobertura florestal nativa no país aumentou a partir de 1950.

2.1.1 Legislação florestal uruguaia

Um dos textos mais antigos que regulam a exploração florestal data de 1803. O artigo 59 da “*Ordenanza Real de los Intendentes*” estabelece regras simples: as árvores não poderão ser abatidas durante os meses de inverno (maio-agosto, nestas latitudes), e devem ser sistematicamente deixados um tronco com uma bifurcação e um galho em cada extremidade da forquilha; a maioria geralmente consistia em lembrar a necessidade de contenção na colheita de uma mercadoria acessível a todos. As recomendações sobre a exploração madeireira também mencionavam que o abate deve ser "marcado", ou seja, limitado no espaço, e não ser feito fora dos prazos e nas condições previstas nos atos de governo. A validade desta legislação é evidente ao longo do período colonial, dada a frequência com que foram responsáveis por conflitos na época (GAUTREAU, 2006).

A floresta era, desta forma, de uso comum, o que não impedia, mesmo assim, que o abate de árvores fosse controlado. Em algumas vilas (Villa Soriano), o município assegurava para que apenas os residentes ou moradores da vizinhança utilizassem a madeira para suas próprias necessidades, com a proibição do comércio deste produto (FREGA, 2005 (Acta do Cabildo de Soriano, 14-7-1807), citado por GAUTREAU, 2006).

Os carvoeiros que tivessem abandonado uma área de colheita por mais de cinco anos já não poderiam reivindicar o direito de prioridade de exploração, que passava para o domínio real (Realengo), e, portanto, para o domínio comum. No entanto, quem planta árvores tem o direito de reivindicar a sua utilização exclusiva. O *status* de bem comum não é válido para os casos destes plantíos.

No final do século XVIII, pelo menos na região de Montevideu, segundo GAUTREAU (2006), a sociedade tinha então, em sua "política", um conjunto de normas, regulamentos de uso da floresta, especialmente a ciliar (Arquivo Geral da Nação. C65.139, 1795-1803, Jurisdição de Montevideu; Arquivo Geral da Nação. C51.32, 1802, Jurisdição de Montevideu)

Em 1875, com a promulgação do Código Rural, desaparece a lógica da floresta como bem comum, estabelecendo o caráter privado da mesma: ninguém, exceto os

proprietários de florestas, tem o direito de livre acesso às mesmas. O decreto entrou em vigor em 18 de janeiro de 1876 (BARRÁN e NAHUM, 1971)

Cercar os campos se torna obrigatório em 1879, com a publicação do Código Reformado. Procedimento caro, que deveria ser obrigatoriamente financiado igualmente pelos dois vizinhos, processo que levou muitos proprietários à ruína, tendo como consequências a exclusão dos pequenos proprietários e de “posseiros”, e o uso da madeira das florestas para a construção dos cercados (BARRÁN e NAHUM, 1971)

Os artigos do Código Rural de 1875 que tratam dos *montes* (florestas) e que são chamados, em geral, como “*productos espontâneos do solo*”, menciona que: são de propriedade particular as florestas compreendidas dentro dos limites estabelecidos nos títulos de campo de cada proprietário; a guarda, conservação e fomento das florestas públicas são comunais, e ficam por conta dos municípios e de suas Comissões Auxiliares, com assistência pela polícia, e serão regulamentadas pelo Poder Executivo; o corte de árvores para lenha ou carvão para o negócio em terras do governo, não será feito de 01 de abril até 01 de setembro, ficando absolutamente proibidos de cortar florestas; nas florestas municipais e fiscais, ainda que alugadas, é proibido a qualquer momento, retirar a casca das árvores em pé, ou fazer cortes fora dos tempos estabelecidos no artigo anterior; o salário a ser cobrado para a preparação do carvão ou madeira nas ilhas (dos rio Negro e Uruguai) será regido pelo pessoal empregado em cada grupo ou equipe; os municípios tenderão a que proprietários de florestas, em lugares onde as públicas não existam, suprirão as necessidades nas condições mais equitativas possíveis, madeira para construção de casas e uso doméstico (CÓDIGO RURAL, 1975).

A abolição do *status* público das florestas pelo Código Rural de 1875 não significou maior proteção. Foi visto que o essencial, para os seus promotores, era parar o que se percebia como uma violação da santidade da propriedade privada e a certeza de que somente o proprietário poderia usufruir dos benefícios que as florestas prestam. Em nível das práticas cotidianas, não se observou o desaparecimento da multifuncionalidade das florestas: lenhadores e carvoeiros, em particular, continuaram a penetrar, mas certamente pagando mais do que antes, por diversos direitos para os proprietários (GAUTREAU, 2006).

Em 28 de dezembro de 1987 foi promulgada a Lei Florestal 15.939, que, dentre outras coisas, declara a defesa do interesse nacional, a melhoria, ampliação, criação de

recursos florestais, desenvolvimento de indústrias florestais e, em geral, da economia florestal. O Departamento Geral Florestal (DGF) do Ministério da Pecuária, Agricultura e Pesca (MGAP, 2000) é o órgão executor da política florestal.

O DGF tem as seguintes funções especiais relativas às florestas: assegurar a sua proteção contra as doenças, parasitas e outras causas de destruição; coordenar com a Direção Nacional de Bombeiros a proteção contra incêndios; desenvolver tarefas experimentais no domínio da ecologia florestal, exploração florestal e das indústrias, em coordenação com outras instituições com atividades neste domínio. No relativo à proteção da floresta, no capítulo IV se estabelece a proibição da destruição das florestas de proteção (ciliares). Destruição das florestas considera-se qualquer operação que não esteja de acordo com o plano de manejo referido no Artigo 49 e qualquer ataque, intencional ou não, contra o desenvolvimento ou a manutenção da floresta. Sua remoção só pode ter lugar após autorização e com as salvaguardas estabelecidas pelo DGF, em cada caso. Para usufruir dos benefícios fiscais e de financiamento previstas na Lei, os interessados devem apresentar um plano de manejo (Artigo 49) e gestão para a exploração e regeneração da floresta. Este plano deve ser aprovado pelo DGF, que deverá ter a assinatura de um Engenheiro Agrônomo, Técnico ou Experto Florestal.

O Decreto 23/990 de 1990 regulamenta a Lei Florestal 15.939, com relação às florestas nativas, e neste se menciona a proibição de cortar e de executar qualquer operação que ameace a sobrevivência da floresta, com exceção dos seguintes casos: (a) quando o produto da exploração é destinado para uso doméstico e para cercar o estabelecimento rural ao qual pertence; (b) quando exista aprovação por parte do DGF, com base num relatório técnico detalhando as razões para os cortes e planos para operar em cada caso (Artigo 24). Adicionalmente, o DGF está encarregado da coordenação com os órgãos estaduais, do controle da transferência de domínio e transporte de produtos florestais, que podem ser feitos através do uso de guias de trânsito nas condições previstas pelos regulamentos.

Finalmente, de uma forma geral, duas conclusões se desprendem desta resenha: a primeira seria que o recurso florestal no Uruguai tem sido escasso desde sempre e que isso tem gerado a necessidade de controlar sua exploração, tanto pela população ou proprietários quanto pelo poder administrativo, em cada época; e a segunda, refere-se a que o controle nem sempre tem sido efetivo, habilitando episódios de uso excessivo,

porém, apesar disso, a superfície de florestas nativas no país tem crescido o que não exclui a possibilidade de explorações ilegais em lugares isolados.

2.2 CONTEXTO FITOGEOGRÁFICO

Tradicionalmente, as caracterizações fitogeográficas propostas para o Uruguai o adjudicam à região dos Pampas num sentido amplo. Contudo, apesar de existir um predomínio das formações herbáceas, está muito longe de ser homogênea, tanto na sua fisionomia, quanto na sua composição florística. A ausência de barreiras importantes é um dos fatores que desempenha um papel significativo na definição dos limites fitogeográficos, determinando uma mudança gradual na composição florística de toda a região, e, por esta razão, é possível conceber a mesma como uma *grande zona de transição* (GRELA, 2004).

Em outro enfoque, seguindo o exposto por AB`SABER (2004), quem se refere às pradarias mistas do Rio Grande do Sul, na Campanha Gaúcha, como representações periféricas das paisagens zonais do “pampa úmido” da Argentina. Essas pradarias mistas apresentam combinações de ecossistemas distintos, os quais, em grande parte, são similares às combinações observadas no Uruguai. As encostas e os altos das coxilhas são sulcadas por vales fluviais e canaletas d’água ou sangas, incluindo florestas de galeria subtropicais ampliadas nos vales mais largos, florestas orográficas eventuais, ecossistemas rupestres, mini-relictos de cactáceas e setores de ecossistemas chaquenhos não muito extensos perfazem um mosaico de ecossistemas subtropicais e seus relictos paleoecológicos.

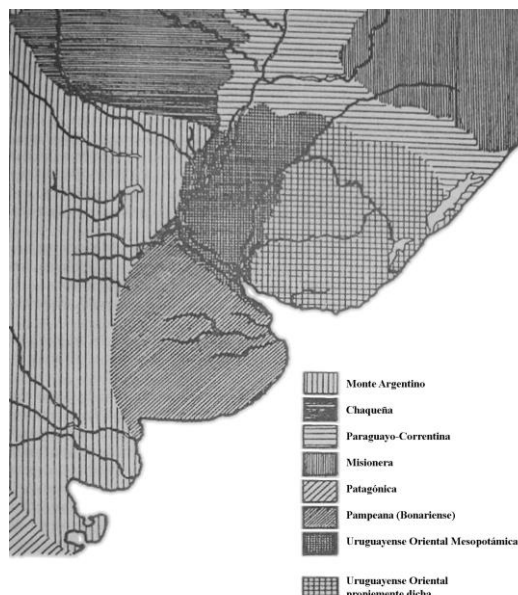
De forma similar ao descrito por Ab`Saber sobre o território meridional brasileiro, no Uruguai, além das gramíneas, coexistem numerosas espécies lenhosas, cactáceas, epífitas, que não são características dos pampas e sim de outras regiões fitogeográficas (GRELA, 2004; BRUSSA e GRELA, 2007). Isto é comprovado pelo fato de as 254 espécies lenhosas, arbóreas e arbustivas, que se distribuem no território Uruguaio, 227 são características das floras Pampeana, Paranaense, Chaquenha e do Espinhal (Monte Argentino), 24 taxa são de distribuição americana e três cosmopolitas (ALONSO-PAZ e BASSAGODA, 2002).

O predomínio da vegetação herbácea no noroeste e centro do país modifica-se nos departamentos do norte, como Rivera e Tacuarembó, com a presença de vegetação lenhosa muito mais evidente. Isto é inconteste no departamento de Rivera, que tem uma

superfície de 937.000 ha com 7% (63.129 ha) ocupada por formações vegetais do tipo florestal (MGAP, 2004), mais que duplicando a média nacional de 3%, encontrando-se em quarto lugar em valor absoluto quanto à superfície, sendo superado apenas pelos departamentos de Tacuarembó, Paysandú e Cerro Largo.

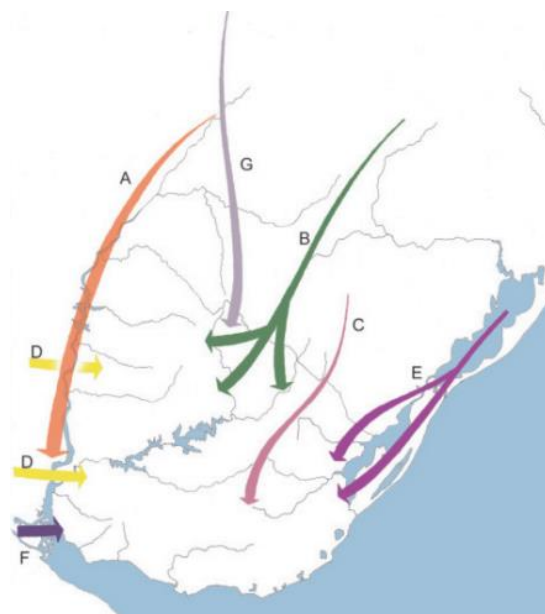
Na vegetação lenhosa dominam as espécies perenes, pertencentes à província fitogeográfica Paranaense, formando um bioma único com a flora do Sul do Brasil, flora esta que escassamente chega ao nordeste de Buenos Aires pelos rios Paraná e Uruguai. Também fazem parte da mesma, espécies características de formações abertas, provavelmente semelhantes à Savana, fato que requer discussão mais aprofundada (GRELA, 2004).

Fitogeograficamente, a região pertence ao que foi definido como Flora Oriental, dividida em dois setores disjuntos: o noroeste dos departamentos Tacuarembó e Rivera, e a zona de serras que une o limite com o Brasil e o sudeste, chegando até o oceano Atlântico através da chamada “*Sierra de las Ánimas*” (GRELA, 2004; CHEBATAROFF, 1960). Na figura 1 encontra-se o Mapa Fitogeográfico proposto por Chebataroff em 1960, e na figura 2 uma evolução do mesmo proposto por GRELA, 2004; com as principais ligações entre a flora lenhosa do Uruguai e as regiões vizinhas.



Fonte: Tierra Uruguaya, 1960.

Figura 1 Mapa Fitogeográfico da região da bacia do rio da Prata proposto por CHEBATAROFF, em 1960.



Fonte: Brussa e Grela, 2007.

Figura 2 Principais ligações entre a flora lenhosa do Uruguai e as regiões vizinhas de acordo com BRUSSA e GRELA, 2007: 1- ligação com a flora paranaense se faz por três vias, a conexão do Rio Uruguai (seta A), pela depressão Central Gaúcha que se continua na bacia Rivera -Tacuarembó (seta B), e pelo Planalto Sul Riograndense que estende-se através das serras do leste e nordeste do Uruguai (seta C); 2- com a flora marinha do Atlântico na bacia da Lagoa Mirim (seta E); 3- com a flora das planícies do Chaco Ocidental (seta D); 4- com a flora do Cerrado nos topos dos morro achatados de Rivera e Tacuarembó (seta G).

Particularmente, o departamento de Rivera apresenta três grandes regiões geomórficas principais, a escarpa basáltica no extremo setentrional, a Ilha Cristalina de Rivera no centro-sul e o peneplano sedimentar no restante do território norte, nordeste e sudeste. A bacia do rio Tacuarembó nasce na escarpa basáltica, e na sequência divide-se em duas sub-bacias, ambas atravessam formações geológicas neogondúânicas, formadoras do peneplano sedimentar. A ocidental percorre as formações sedimentares mais recentes, Jurássicas, conformada pelos arenitos da Formação (Fm.) Rivera e Fm. Tacuarembó, e a oriental se insere em formações também sedimentares, porém Triássicas, Fm. Cuchilla de Ombú, Buena Vista e Puntas del Arroyo Ataques, sendo que no setor sudeste da bacia ocorre a Fm. Yaguarí, também de características sedimentares, com origem no Permiano superior (BOSSI, *et al.*, 1998).

Cada uma dessas regiões associa-se com formações vegetais dominantes que as caracterizam, tanto na fisionomia da paisagem, quanto na florística. Nesse sentido, e considerando que a presente pesquisa é centrada somente no que seria o setor ocidental

da bacia do rio Tacuarembó, apenas serão descritas as características vegetacionais deste setor.

Na escarpa basáltica existem associações típicas de determinadas formações vegetais, onde a mais saliente do ponto de vista fisionômico é a Floresta de Quebrada² - *Bosque de Quebrada*. Nas encostas e nos cumes dos morros que acompanham a Floresta de Quebrada a vegetação dominante consiste num estrato herbáceo e outro arbustivo. Estes variam em altura e composição específica, em função da predominância relativa de um ou outro estrato, caracterizando duas formações, a campestre (Pradera) e a arbustiva (Matorral) (BONIFACINO *et al.*, 1998).

Outras combinações de comunidades e formações com fisionomia arbórea ocupam também as encostas e os cumes dos morros com Floresta de Quebrada, em menor extensão, apesar de expressivas: são associações arbustivas de altura diversa, com floresta de serra - *Bosque Serrano*. BONIFACINO *et al.* (1998) identificaram comunidades de campo - *Pradera* e comunidades de arbustos - *Matorral* com composição florística diferenciadas em função de condicionantes topográficas, geológicas e pedológicas na região da Cuchilla Negra, na cuesta basáltica. Concluíram que as formações mais significativas anexas à Floresta de Quebrada são efetivamente a Pradera e o Matorral, sendo que a primeira é a formação mais extensa, dominando principalmente os cumes de morros e os matorrais ocupando as encostas médias e altas.

Dessa forma, a pradaria associada ao basalto (Fm. Arapey – Serra Geral) nos cumes dos morros apresenta forte incidência de subfrúctices, tais como *Baccharis trimera* (carqueja), *Baccharis articulata* (carqueja-branca), *Baccharis flabelata*, *Croton cuchilla-nigrae*, *Radlkoferotoma berroi* e *Senecio brasiliensis* (mariamol), com uma

² A expressão bosque de quebrada refere-se a um tipo florestal associado aos cursos d'água não permanentes e, geralmente, vinculados às nascentes de rios e arroios, constituindo formações ribeirinhas sem influência fluvial direta da água do rio ou do lençol freático em decorrência da elevada declividade e relevo escarpado. Estão fortemente vinculados às condições topográficas, ocorrem em áreas de falhas com controle estrutural marcante, onde se geram condições microclimáticas específicas de anteparo ao vento, ausência de geadas, alta umidade relativa do ar, menor amplitude térmica em relação ao entorno, tanto anual quanto diária, e acúmulo de matéria orgânica no solo, especialmente no setor côncavo próximo do leito semipermanente. Ainda, dentro da quebrada, se diferenciam duas condições topográficas bem definidas no sentido transversal ao curso d'água. As áreas mais elevadas e próximas à borda da floresta são convexas, constituindo relevo de perda, caracterizado por solo raso e paredões rochosos, ocupado por vegetação xerofítica; por outro lado, as áreas adjacentes ao leito apresentam forma convexa, com acúmulo dos materiais provenientes das áreas elevadas, proporcionando maior suporte físico e nutricional para a vegetação, a qual apresenta características mesófilas, com árvores de grande porte ocupando o dossel, árvores menores adaptadas à sombra, lianas e trepadeiras, epífitas e um sub-bosque herbáceo com destaque para as pteridófitas (RODRIGUES, 2000; PORTO, 2002; ALONSO PAZ e BASSAGODA, 2002; BRUSSA e GRELA, 2007).

estrutura de duplo estrato, onde a cobertura herbácea possui em média 10 cm e os subfrutíces 60 cm. Junto desta formação ocorrem afloramentos rochosos com baixa frequência e neles se encontram *Acalypha* sp., *Cheilanthes micropteis*, *Doryopteris triphilla*, *Eragrostis neesi*, *Scoparia montevidensis*, dentre outras. Ocorrem, da mesma forma, pequenos agrupamentos mono-específicos de *Aloysia gratissima*, *Solidago chilensis* e exemplares isolados de *Schinus engleri* (BONIFACINO *et al.*, 1998).

Os campos, desenvolvidos sobre arenito (Fm. Rivera | Piramboia e Fm. Tacuarembó | Botucatu), ocupam as encostas médias, com baixo a médio grau de pedregosidade e um nível de umidade do solo um pouco superior aos campos sobre basalto. Nas comunidades levantadas, também dominam espécies da família Asteraceae|Compositae, sendo as mais significativas *Baccharis cultrata*, *Baccharis dracunculifolia*, *Baccharis trimera*, *Calea clematidea*, *Croton cuchilla-nigrae*, *Discaria americana*, *Eupatorium tacuarembense* e *Radlkoferotoma berroi*. Em áreas com maior declividade, dentro da mesma formação, ocorrem *Baccharis rufescens*, *Vernonia nitidula*, *Elionurus muticus*, *Andropogon lateralis* e várias espécies da família Cypareceae (BONIFACINO *et al.*, 1998).

O Matorral se manifesta em diferentes associações, com características típicas de textura, altura, fisionomia e inclusive aroma (a exemplo de algumas espécies dos gêneros *Mimosa* e *Aloysia*). Destacam-se os arbustos de *Baccharis dracunculifolia* e *Mimosa sprengelii*, localizados nas encostas médias a altas, sobre rocha basáltica com grau de pedregosidade médio a alto, formando ecótono entre a Floresta de Quebrada e o Campo. Outro tipo de Matorral, não associado à Floresta de Quebrada, ocorre nas encostas altas, sobre basalto, caracterizado especialmente por *Eupatorium intermedium* e *Radlkoferotoma berroi*, com participação importante de *Baccharis* sp. e *Eupatorium tacuarembensis*, assim como *Heterothalamus psiadioides*, este último em forma pontual nas cabeceiras das quebradas. Encontram-se ainda, comunidades dominadas por *Baccharis trimera*, *Baccharis* sp., *Calea clematidea*, *Croton cuchilla-nigrae*, *Eupatorium tacuarembensis* e *Radlkoferotoma berroi*, ocupando encostas altas, com declividade muito variável, que oscilam entre 10° e 50°, cujo estrato herbáceo é formado por *Erianthus angustifolius*, *Schizachyrium* sp. e *Axonopus* sp. (BONIFACINO *et al.*, 1998).

Em áreas baixas, nas margens dos cursos de água, onde o basalto da Fm. Arapey dá espaço aos arenitos, ocorre a floresta aluvial - *Bosque Ribereño* ou *Bosque de*

Galeria. Esta formação vegetal caracteriza-se por apresentar um dossel contínuo cobrindo totalmente o solo, com um sub-bosque formado por arbustos tolerantes à sombra e um estrato de herbáceas esciófilas. Os estratos característicos distinguíveis são as árvores emergentes, as que formam o dossel, as trepadeiras, as árvores tolerantes à sombra do sub-bosque, a regeneração e o estrato herbáceo.

As espécies localizam-se em faixas longitudinais ao curso de água, em função dos seus requerimentos hídricos, desde as higrófilas até as xerófilas. O dossel cobre totalmente o solo, permitindo o desenvolvimento de outras formas de vida, tais como epífitas, parasitas, pequenos arbustos e trepadeiras com baixa abundância (BRUSSA e GRELA, 2007).

Existem espécies que apresentam distribuição típica em resposta ao conteúdo de água no solo ao longo do ano e em profundidade dentro do perfil. Algumas crescem nas próprias margens, com as raízes em contato direto com a água ou em áreas próximas, as típicas são *Salix humboldtiana* (sauce), *Cephalanthus glabratus* (sarandí-colorado), *Phyllanthus sellowianus* (sarandí-blanco), *Sebastiania commersoniana* (blanquillo), *Pouteria salicifolia* (matajojo), e *Erythrina crista-galli* (ceibo) (BRUSSA e GRELA, 2007).

As áreas mesófilas costumam estar ocupadas por *Allophyllus edulis* (chal-chal), *Blepharocalyx salicifolius* (arrayán), *Luehea divaricata* (azoita-cavalo), *Myrcianthes cisplatensis* (guayabo-colorado), *Myrceugenia glaucescens* (murta), *Myrsine laetevirens* (canelón), *Nectandra megapotamica* (laurel-negro), *Ocotea acutifolia* (laurel-negro), *Ocotea pulchella* (laurel), *Sebastiania commersoniana* (blanquillo), *Scutia buxifolia* (coronilla), dentre outras (BRUSSA e GRELA, 2007).

Finalmente, nas bordas onde há menos disponibilidade hídrica, as espécies de corte xerofítica que ali se estabelecem são, dentre outras menos comuns, *Celtis tala* (tala), *Scutia buxifolia* (coronilla), *Schinus longifolia* (molle), *Berberis laurina* (espina-amarilla), *Lithraea molleoides* (aruera) e *Quillaja brasiliensis* (palo-jabón).

O limite com o campo nas áreas sobre arenito é pouco delimitado e com uma região de transição onde crescem comunidades hidrófilas compostas por espécies de palha (*Cortaderia selloana*) e ou méxicas com arbustos (BRUSSA e GRELA, 2007).

2.3 PLANÍCIE ALUVIAL: GEOMORFOLOGIA, SOLOS E VEGETAÇÃO ARBÓREA ASSOCIADA

As distintas espécies arbóreas com as quais se trabalhou apresentam distribuição associada aos cursos de água. Porém, elas respondem fisiologicamente de forma diferente em função das variáveis limitantes dentro da mesma formação florestal; localizam-se estas em faixas longitudinais ao curso de água, em função dos seus requerimentos hídricos, desde as higrófilas até as xerófilas, segundo mencionado por BRUSSA e GRELA (2007).

Segundo AB´SABER (2004) as florestas de galeria ou ciliares e a sua relação com a geomorfologia, guarda um interesse particular para o entendimento do processo de diferenciação dos ecossistemas das planícies aluviais. Nesse aspecto, a geomorfologia procura entender a gênese dos diques marginais, locais que suportam a vegetação ripária, a partir do entendimento da dinâmica sedimentária.

Os diques marginais³ têm um caráter de beira alta já que são os que recebem os sedimentos mais grosseiros – principalmente silte e areia, com alguma argila intersticial – durante as fases de inundação da planície aluvial. A permanência da areia e do silte nas faixas mais próximas da beira do rio é facilitada pela presença entrelaçante da vegetação ciliar, que se desenvolveu com a própria sobre elevação sedimentária aluvial do dique marginal. Nesse jogo mútuo de co-criação, quem surgiu primeiro foi o embrião aluvial do dique, proporcionando suporte ecológico para as espécies arbóreas, sendo que, uma vez contornada a limitante da hipoxia radicial, inicia-se a implantação natural da vegetação ripária especializada. As várzeas, que se constituem em espaços aluviais expandidos a partir do reverso dos diques, recebem predominantemente água carregada de sedimentos finos em dissolução – argilas e micelas orgânicas (AB´SABER, 2004).

Como consequência da deposição diferencial dos sedimentos e da natureza geológica das áreas a montante, ocorre uma significativa variação de solos sob as florestas aluviais, cujos reflexos aparecem na vegetação. Desde os terrenos mais encharcados até os mais secos, onde as florestas apresentam características florísticas e fisionômicas distintas de acordo com o gradiente de umidade do solo, até o extremo onde as formações do interflúvio chegam até as margens dos cursos de água, onde o rio e o lençol freático não exercem influência direta (JACOMINE, 2004).

³ **Dique marginal:** Depósito estreito formado nas margens do canal durante o período de inundação devido à deposição de sedimentos. Os diques são os pontos mais elevados da planície ativa (CHRISTOFOLETTI, 1981 citado por FLORENZANO, 2008)

Faz-se imperioso escolher cuidadosamente as árvores a serem amostradas e conhecer, dentro do possível, as características dos solos sobre os quais crescem, porque apesar da precipitação ser frequentemente o fator climático que domina as limitações para o crescimento, esta se traduz em conteúdo efetivo de umidade no solo. O conteúdo de umidade do solo é definido como a quantidade de água subsuperficial disponível, proveniente de todas as fontes, menos as perdas por evapotranspiração e escoamento superficial, e por sua vez, é controlado não somente pela quantidade, tipo e momento da precipitação, mas também pela textura, estrutura, drenagem e composição do solo (STOKES e SMILEY, 1968).

MARSHALL já em 1927, citado por COOK e KAIRIUKSTIS (1992), correlacionou médias de décadas de crescimento radial de *Tsuga* sp. e a precipitação anual em Massachusetts, usando taxas de crescimento de sítios bem drenados, e encontrou um coeficiente de correlação de 0,70, mas quando usou taxas de crescimento radial para sítios mal drenados a correlação foi de -0,06. AVERY *et al.* (1940) compararam cronologias de anéis de *Tsuga* sp. crescendo em sítios bem e mal drenados adjacentes, obtendo que nos sítios bem drenados as árvores apresentaram anéis mais largos do que nos sítios mal drenados. Os dois grupos de árvores possibilitaram uma adequada datação cruzada, ou seja, refletiram nos padrões de anéis largos e estreitos, anos chuvosos e secos, em sequência similar, tanto para os solos bem drenados, quanto para os mal drenados.

Condições ambientais limitantes podem ser apreciadas não somente em árvores da mesma espécie, mas também, em alguns casos, em espécies diferentes, sempre quando estas respondam de forma igual à variável condicionante. Nesse aspecto, LUTZ (1944) analisou seções radiais de *Pinus strobus* e *Tsuga* sp. crescendo num pântano em Connecticut. Encontrou que havia datação cruzada - padrões de anéis largos e estreitos em sequência similar - tanto dentro como entre espécies, inclusive comprovando a existência de boas possibilidades de datação cruzada nesse tipo de sítio em outras localidades, para as mesmas espécies. Concluiu que árvores crescendo em pântanos poderiam ser usadas como fontes potenciais para estudos dendrocronológicos.

Tais experiências dão conta de dois aspectos a serem considerados. Por um lado, que nem sempre se pode conjecturar que determinadas condições ou espécies crescendo nelas podem ser descartadas ou incluídas como material para dendrocronologia, e que quanto mais se conhece sobre as condições nas quais as

espécies a serem utilizadas crescem, melhor aproveitamento do material e maiores possibilidades de correlações poderão ser obtidas (COOK e KAIRIUKSTIS, 1992).

Assim como os fatores abióticos afetam o crescimento das árvores, os fatores bióticos também podem contribuir com as modificações do entorno. Dessa forma, a localização e as condições das plantas circundantes podem influenciar o ambiente vital de outras, através do sombreamento, modificando a intensidade dos ventos predominantes, competindo pela umidade do solo e pelos nutrientes, ou produzindo substâncias que inibem o crescimento. Como nenhum destes fatores é diretamente climático na sua origem, o dendrocronólogo deve ser capaz de reconhecer e removê-los dos dados de anéis de crescimento a serem utilizadas em análises climáticas (FRITTS, 1976).

2.4 DENDROCRONOLOGIA: BREVE HISTÓRICO E PRINCÍPIOS

Dendrocronologia deriva do grego, δένδρον - dendron, "árvore"; χρόνος, khronos - "tempo"; e -λογία - logia, que provém de logos, estudo, portanto dendrocronologia é o estudo do tempo nas árvores ou através do lenho das árvores. Tecnicamente, a dendrocronologia ou datação dos anéis de crescimento das árvores, como também é conhecida, é definida como estudo da sequência cronológica do crescimento anual nos anéis das árvores (STOKES e SMILEY, 1968).

Os primeiros trabalhos em Dendrocronologia começaram no hemisfério norte, tanto nos Estados Unidos como em países da Europa e na Rússia, entre a metade do século XIX e início do XX, constituindo-se em uma ciência relativamente nova, sobretudo em regiões tropicais e subtropicais do hemisfério sul. Na América do Norte iniciou-se a partir da percepção intuitiva de um astrônomo, Andrew Ellicott Douglass, interessado nos ciclos de atividade solar, particularmente nas manchas solares e seus efeitos sobre o clima na terra. Em 1901 deu-se conta de que o suprimento de alimento para as árvores dependia do conteúdo de umidade disponível, especialmente no clima seco do Arizona, onde é limitada. O esforço dessas árvores era na luta contra a estiagem, muito mais do que na competição entre elas. Dessa forma, a largura dos seus anéis refletia a medida da precipitação. A vantagem que teve Douglass decorria do fato de que a umidade disponível para estas árvores provinha sempre da chuva, e que seus padrões de reposta se mantiveram para a espécie numa ampla região geográfica.

Concomitantemente, a datação cruzada ou *cross-dating* foi estabelecida experimentalmente por Douglass em 1904 (COOK e KAIRIUSTIS, 1992).

Em 1950, muitas instituições que estiveram envolvidas em trabalhos de datação cruzada, principalmente de ruínas arqueológicas, transferiram seus materiais para o Laboratório de Pesquisa em Anéis de Crescimento – *Laboratory of Tree-Ring Research* - da Universidade do Arizona. Como resultado deste esforço, Smiley, em 1951, datou 5.600 árvores provenientes do leste dos Estados Unidos e, como consequência do seu trabalho, estabeleceu princípios básicos a serem considerados na datação de anéis de crescimento (STOKES e SMILEY, 1968; COOK e KAIRIUSTIS, 1992).

Em tal sentido, a dendrocronologia faz-se possível graças a duas condições básicas: a primeira reside na visibilidade dos anéis de crescimento na seção transversal do tronco e, a segunda, na exibição de padrões característicos desses anéis. Tal como havia sido mencionado anteriormente, Smiley definiu quatro condições necessárias para a datação dos anéis de crescimento de um espécime. A primeira condição é que a espécie utilizada deve acrescentar somente um anel por estação de crescimento, por isso mencionam-se anéis anuais; a segunda reside no fato de que mesmo que o crescimento dependa de múltiplos fatores, tanto genéticos quanto ambientais, somente um dos fatores ambientais deve dominar a limitação do crescimento; a terceira é que o fator climático limitante varie em intensidade ano a ano, e que os anéis anuais resultantes reflitam fielmente essa variação na largura dos mesmos. No caso de que a precipitação seja o fator limitante, os anéis de crescimento devem ser estreitos em época de estiagem, e consideravelmente mais largos em anos chuvosos. São estas sequências reconhecíveis, de anéis largos e estreitos, que permitem a datação cruzada, ou seja, a coincidência de um padrão de anéis num indivíduo com o padrão de anéis de outro. Tem-se observado que durante períodos suficientemente longos de tempo as sequências de anéis largos e estreitos não se repetem na mesma frequência exatamente. Em essência, a datação é obtida por essas coincidências de padrões, porém como em vários campos, a teoria é mais simples que a prática. Finalmente, a quarta condição é que a variável ambiental que atua como fator limitante deve ser efetivamente uniforme sobre uma ampla área geográfica (STOKES e SMILEY, 1968).

As condições necessárias para a datação dos anéis de crescimento, assim como outros conceitos derivados de outras ciências, decorreram posterior e formalmente nos

princípios ou conceitos que determinam as verdades fundamentais da dendrocronologia como ciência. Segundo FRITTS (1976), estes princípios são:

a) *Princípio da uniformidade*: implica que os processos físicos e biológicos que relacionam o ambiente de hoje em dia com as variações do crescimento das árvores deveriam ter operado no passado de forma similar;

b) *Princípio do fator limitante*: um processo biológico, como o crescimento, não poder ir mais depressa do que o permitido pelo fator mais limitante; o grau e a duração do seu efeito limitante variam de ano em ano, e quando o mesmo deixa de ser limitante, os processos na planta voltam a se incrementar até que outro fator passe a ser limitante;

c) *Conceito de amplitude ecológica*: próximo à margem de sua distribuição natural, uma espécie pode ocorrer em uma variedade relativamente pequena de sítios, e o clima frequentemente torna-se altamente limitante para os processos fisiológicos, incluindo o crescimento;

d) *Seleção do sítio*: a seleção implica limitar o espaço de amostragem a um pequeno número de variáveis, eliminando-se assim uma variedade de possíveis circunstâncias não relevantes para a questão em estudo;

e) *Sensibilidade*: quanto mais uma árvore tenha sido limitada por fatores ambientais, mais ela exibirá variação na largura de um anel para outro; em dendrocronologia, se faz referência a essa variação na largura dos anéis como *sensibilidade*, e a ausência da mesma como *complacência*;

f) *Datação cruzada*: é o princípio mais importante da dendrocronologia; ela é possível porque as mesmas condicionantes ambientais, ou similares, limitam a largura dos anéis num grande número de árvores. Essas flutuações anuais do fator ambiental limitante são similares através de uma ampla região, produzindo variações sincrônicas nas estruturas dos anéis de crescimento;

g) *Repetição*: ou replicação na amostragem de mais de um raio por árvore, assim como mais de uma árvore por local, permite comparações estatísticas de variabilidade dentro da árvore, entre árvores e entre grupos de árvores. A medida desta variabilidade fornece informação valiosa de como os fatores ambientais controlam o crescimento;

h) *Padronização*: é um procedimento básico que é considerado por alguns como um princípio; a correção da largura dos anéis para as mudanças de idade e geometria das árvores é conhecida como padronização, e os valores transformados são chamados de *índices de largura de anéis*;

i) *Modelagem do crescimento – relações ambientais*: permite estabelecer a forma como o clima de um determinado ano (t) afeta a largura do anel de uma árvore, não só durante o mesmo ano t, mas nos anos seguintes, de modo que a resposta persiste de 1 até k anos depois da ocorrência do clima. Também retrata o efeito de retardamento da autocorrelação, uma associação entre a largura do anel do ano t-1 e as larguras dos anéis subsequentes por t, t + 1 até t + k anos, que podem perturbar as relações causais;

j) *Calibração e verificação*: é desejável, sobretudo quando se lida com relações provenientes de correlações, segurar alguns dos dados ambientais para uso como uma verificação independente; as reconstruções derivadas de anéis de árvores são comparadas com dados reais ambientais para verificar a precisão da estimativa; essa verificação é a prova necessária para demonstrar que as variações reconstruídas, de fato, existem.

2.5 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

2.5.1 *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. e B.J.Downs

O branquilha, ivirá-cambí ou capixaba, pertence à família Euphorbiaceae, e apresenta três sinonímias: *Sebastiania klotzschiana* (Müll.Arg.) Müll.Arg., *Stillingia commersoniana* Baill. e *Gymnanthes klotzschiana* Müll.Arg. Distribui-se ao longo da região subtropical da América do Sul, desde Paraguai e Brasil até o nordeste da Argentina e em todo o território do Uruguai. Tanto no Uruguai quanto no Brasil, está em todos os tipos de formações lenhosas, ocorrendo, neste último, desde Mato Grosso até Rio Grande do Sul. Sendo heliófila, pioneira, mostra significativa plasticidade quanto ao ambiente de crescimento, adotando desde formas xerófilas, expressas por ramos agudos espinhosos e folhas pequenas e brilhantes, até higrófilas, constituindo árvores de grande porte, com folhas mais largas e levemente pilosas. Especialmente na região nordeste do Uruguai aparecem populações da espécie cujos indivíduos apresentam folhas desde pubescentes até tomentosas (DEMAIO *et al.*, 2002; SOBRAL *et al.*, 2006; BRUSSA e GRELA, 2007).

O branquilho tem hábito arbóreo, podendo atingir no Uruguai até 15 m de altura e 50 cm de diâmetro, com tronco geralmente reto, casca cinza claro que se desprende em escamas finas e longas no sentido longitudinal, porém em condições xerófilas aparece como rugosa com estrias longitudinais paralelas. Folhagem verde brilhante ou opaca quando tomentosa, semi-persistente a caduca, dependendo do indivíduo, ramos agudo espinhosos marrom-avermelhados glabros ou com pilosidade muito fina, secretam látex translúcido pelas feridas. De folhas simples, alternas, discolores, papiráceas até cartáceas, de 2 a 6 cm de comprimento x 1 a 2,5 cm de largura, elíptico lanceoladas a oblanceoladas, com a nervura central marcada, em nível, ápice obtuso ocasionalmente agudo, margem com escassos dentes glandulosos basais, glândulas pouco perceptíveis, avermelhadas, base arredondada. As flores são unissexuadas, amareladas, dispostas em espigas de 4 a 5 cm de comprimento. Floresce desde setembro até fevereiro, frutifica no outono. O fruto é uma cápsula globosa ou esférica, marrom avermelhada quando madura, de 0,8 a 1 cm, com três lóbulos e com poucas sementes. A propagação acontece por sementes, que quando maduras mudam de cor apresentando deiscência explosiva, libertando três sementes ovóides (DEMAIO *et al.*, 2002; BRUSSA e GRELA, 2007).

No Brasil tem sido recomendada para uso urbano, pelas suas características ornamentais, facilidade de propagação, rápido crescimento e plasticidade, assim como para recuperação de áreas degradadas nas margens dos rios pela sua preferência por solos hidromórficos (DEMAIO *et al.*, 2002).

A densidade da madeira varia de média a pesada (0,72 - 0,85 g/cm³) para um teor de umidade de 12 a 15% nas condições do Uruguai; os poros não são visíveis a olho nu, porosidade difusa, poros numerosos e de tamanho médio, solitários e múltiplos em porcentagens similares; desobstruídos. O parênquima axial dificilmente visível a olho nu, parênquima radial (raios) visíveis a olho nu em seção transversal, mas somente observáveis nos demais planos com auxílio de lupa, muito finos e numerosos. Cerne e alburno indiferenciados, amarelo claro com tons de bege. Anéis de crescimento pouco distintos, mas caracterizados pelo achatamento radial e maior espessamento das paredes das fibras do lenho tardio em relação às do lenho inicial, permitindo delimitar os anéis de crescimento. Ocorrem faixas mais escuras de fibras gelatinosas, que, eventualmente, podem dificultar o reconhecimento do limite das camadas de crescimento. A madeira é bastante resistente e elástica, porém com tendência a rachar durante a secagem, sendo

apta para marcenaria e oferecendo um excelente carvão (TUSET, 1963; SENYSZYN, 1989; COSMO, 2008)

2.5.2 *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.

Espécie pertencente à família Sapindaceae, de ampla distribuição, cresce na Guiana Inglesa, Brasil, Paraguai, sul da Bolívia, Uruguai e Argentina. Na região, ocorre em todas as formações florestais no Rio Grande do Sul e no Uruguai, na Argentina, nas províncias de Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, Formosa, Chaco, Misiones, Corrientes, Santa Fe, Entre Ríos, Buenos Aires até a ilha Martín García (FERRUCCI, 2004; SOBRAL *et al.*, 2006; BRUSSA e GRELA, 2007).

A espécie é denominada de inúmeras formas, dada sua ampla distribuição. Na Argentina é uma das espécies que registra o maior número de nomes comuns distintos. Considerando a região de Rio Grande do Sul, Uruguai e Nordeste da Argentina os nomes mais usados são chal-chal, fruta-de-passarinho, vacuum ou vacunzeiro, e alguns nomes indígenas parecidos entre si como conhú, kokú, picazú-rembiú (comida de pomba silvestre). Do ponto de vista botânico, as sinônimas são *Schmidelia edulis* A. St. – Hill., Cambess. & A. Juss. e *Allophyllus edulis* var. *gracilis* Radlk. (FERRUCCI, 2004; BRUSSA e GRELA, 2007).

No Uruguai tem hábito arbóreo de porte médio atingindo até 10 m de altura. Nas regiões com déficit hídrico acentuado, como no norte da Argentina, reduz as dimensões até arbustos ou árvores que não superam os 6 m. Em outros ambientes, no Brasil especialmente, pode chegar até 15 m de altura e 50 cm de diâmetro. Caracteriza-se por ter casca escamosa, caduca em placas, de textura lisa em tons avermelhados e alaranjados; com folhagem caduca ou semi-persistente no inverno, rebrotando no início da primavera, floresce desde o final do inverno até meados da primavera (agosto - outubro), frutificando durante a primavera e verão (novembro - março). Os frutos são vermelhos, comestíveis para a avifauna e humanos, de sabor doce e agradável, de onde se prepara uma bebida fermentada conhecida como aloja de chal-chal. As folhas possuem cianogênicos e alcalóides (RAGONESE e MILANO, 1984 citado por FERRUCCI, 2004; BRUSSA e GRELA, 2007).

De folhas compostas, trifoliadas, alternas, folíolos lanceolados de 2 a 3 cm de largura por 5 a 10 cm de comprimento, com a nervura central marcada e as secundárias amareladas dentre 8 a 15 pares; folíolos glabros, mais especificamente epífilo glabro e

hipófilo somente com axilas barbadadas. Ocasionalmente os brotos são pilosos, os folíolos laterais são sésseis e de base cuneada e assimétrica, o folíolo central é subpecioloado e de base atenuada, margem dentado-cerrado pelo menos desde a metade apical, ápice agudo com acúmen curto e pecíolos cilíndricos de 4 a 5 cm de comprimento (FERRUCCI, 2004; BRUSSA e GRELA, 2007).

Inflorescências espiciformes ou tirsos axilares mais curtos ou do mesmo comprimento que as folhas, pubérulas ou pubescentes, hermafroditas e masculinas, zigomorfas, pequenas branco-amareladas, pouco visíveis. Fruto drupáceo esférico, vermelho alaranjado quando amadurece, de 4-6 x 3,5-4,5 mm diâmetro, epicarpo glabro, uni ou bi-seminados, sementes de 4,0-5,5 x 3,5-4,5 mm de diâmetro, e embrião com cotilédone externo curvo e interno buplicado (FERRUCCI, 2004; BRUSSA e GRELA, 2007).

Madeira de semi-dura a medianamente pesada (TUSET, 1956) com um de peso específico de 0,70 a 0,78 g/cm³, segundo SENYSZYN (1989), para o território uruguaio (12 – 15% umidade). O cerne e o alburno possuem cor ocre-amarelado, com tons rosa, textura fina e grã direita. O parênquima axial é visível a olho nu, porém pouco conspicuo na forma de finas bandas. Os anéis de crescimento são pouco demarcados e a textura é fina. Os poros não são visíveis a olho nu, mas com lupa, a madeira apresenta porosidade difusa em poros numerosos e pequenos, solitários e múltiplos em porcentagens similares, desobstruídos. O parênquima axial é do tipo paratraqueal confluyente em bandas estreitas contínuas que na verdade são agrupamentos de fibras parenquiformes. Os raios são visíveis com lupa nos sentidos transversal e tangencial e a olho nu no sentido radial; muito finos e numerosos. A madeira somente é utilizada como combustível e carvão, em pequena escala (TORTORELLI, 1956; TUSET, 1963; SENYSZYN, 1989).

2.5.3 *Blepharocalyx salicifolius* (Humb.; Bompl. & Kunth) O. Berg

Conhecida no Uruguai como arrayán, murta no Brasil e anacahuíta na Argentina, *Blepharocalyx salicifolius* pertence à família Myrtaceae e está amplamente distribuída na América do Sul, pela Argentina, Bolívia, Equador, Uruguai e Brasil. No Brasil, ocorre desde o Distrito Federal até o Rio Grande do Sul. Neste último Estado, assim como no Uruguai, é encontrada em todas as formações florestais (LANDRUM, 1986; SOBRAL *et al.*, 2004; BRUSSA e GRELA, 2007).

O arrayán apresenta notável plasticidade morfológica, sobretudo no tocante à forma e dimensões foliares, fato que em parte explica a rica sinonímia. LANDRUM (1986) reconheceu folhas lanceoladas, elípticas, ovadas e formas intermediárias entre estes padrões em toda a área de ocorrência natural (DENARDI, 2005). Inclusive no Uruguai essas diferenças levaram a separar em duas espécies: *Blepharocalyx angustifolius* Berg., de folhas quase lineares com distribuição restrita às serras do leste; e *B. tweediei* (Hook. et Arn.) Berg., com ampla distribuição no território, as quais finalmente foram unificadas em *B. salicifolius* (SENYSZYN, 1989). Outras sinonímias são *Myrtus salicifolia* Kunth (BRUSSA e GRELA, 2007), *B. affinis* O. Berg, *B. apiculatus* O. Berg, *B. brunneus* O. Berg (BALDUÍNO RAMBO, 1942), *B. suaveolens* (Cambess.) Burret, *B. picrocarpus* O. Berg (MATTOS, 1983), *Eugenia tweediei* Hook. et Arn., e *B. lanceolata* Berg (TUSET, 1963).

Folhagem persistente, casca rugosa, sulcada e acinzentada. Folhas simples, opostas, às vezes decussadas, outras dísticas, incluso pêndulas, apenas discolors, cartáceas, desde lineares até elíptico lanceoladas, de 4 a 7 cm de comprimento e 0,8 a 2 cm largura, segundo BRUSSA e GRELA (2007) para o Uruguai. MARCHIORI e SOBRAL (1997) mencionam igual amplitude quanto ao comprimento e largura de 0,5 a 2,5 cm, conforme a procedência. As folhas possuem lâminas planas com nervuras em nível, de ápice sempre atenuado, agudo e uncinado, margem inteira, base aguda ou atenuada. Pecíolos curtos, às vezes avermelhados. As flores dispostas em cimas dicasiales axilares, trifloras a multifloras, de cor branca ou branco creme, com numerosos estames livres, de filamentos brancos e anteras amareladas. Floresce abundantemente, notadamente se a copa está a pleno sol a partir de outubro até fevereiro e frutifica no verão até início do outono. O fruto é uma pequena baga esférica de cores desde alaranjado até vinho ao amadurecer, aproximadamente 0,5 a 0,8 cm de diâmetro. Reproduz-se facilmente por sementes em sementeiras (BRUSSA e GRELA, 2007).

Alburno e cerne pouco diferenciados, castanho claro com tons cinza. Anéis pouco demarcados, segundo TUSET (1963); no entanto, DENARDI e MARCHIORI (2005) afirmam que os anéis de crescimento, embora estreitos, são visíveis a olho nu, distintos, marcados por estreita camada de fibras achatadas radialmente no lenho tardio.

A textura é muito fina e grã de oblíqua a direita. O desenho em corte tangencial é angular ou elíptico suavemente marcado, no sentido radial mostra-se com listras, pouco visível com brilho muito tênue. Os poros não visíveis a olho nu; com lupa se

visualiza porosidade difusa com tendência a semicircular, escassos e pequenos, solitários e vazios. Segundo TUSET (1963) e DENARDI e MARCHIORI (2005), o parênquima axial em disposição apotraqueal difusa e subagregada não é visível com lupa.

Os raios são visíveis a olho nu somente na fase radial, nas outras, com lupa, na fase transversal são muito finos e de numerosos a muito numerosos, na tangencial em disposição irregular. A densidade da madeira varia de pesada a muito pesada, com peso específico de 0,96 a 1,10 g/cm³ (12 – 15% umidade); apresenta boa qualidade, solidez e resistência. No Uruguai registra-se sua escassa utilidade em razão da ausência de indivíduos com adequadas dimensões; no contexto da Floresta Ombrófila Mista os indivíduos geralmente alcançam o dossel, atingindo diâmetros importantes, o que possibilita sua utilização para assoalhos, caibros e outros usos que exigem boa resistência e dureza; porém, no sul do Rio Grande do Sul as árvores assemelham seu comportamento ao do Uruguai, são de pequeno porte, apresentam troncos curtos e tortuosos, limitando o uso da madeira a fins menos nobres (TUSET, 1963; SENYSZYN, 1989; DENARDI, 2004; DENARDI e MARCHIORI, 2005)

2.5.4 *Salix humboldtiana* Willd.

Espécie pertencente à família Salicaceae, heliófila, higrófila e pioneira, comum à beira de rios, arroios, lagos, lagoas, ilhas em formação e em solos com água subsuperficial. Cumpre, na região, importante papel como fixador de novas ilhas, no rio Paraná, Uruguai, Quaraí e, inclusive, em arroios da bacia do rio Tacuarembó, já que é uma das espécies que melhor suporta os pulsos de inundação e de estiagem dos rios, notadamente, os de inundação (LIOTTA, 2001; DEMAIO *et al.*, 2002; SAN MARTIN e VÉLIZ, 2006).

É chamado de salgueiro, salso ou salseiro no Brasil; sauce ou sauce-criollo no Uruguai, sauce, sauce-colorado ou amargo na Argentina; ivirá pucú em guaraní e wayau em quíchua (DEMAIO *et al.*, 2002; SOBRAL *et al.*, 2006; BRUSSA e GRELA, 2007). Sinonímia: *Salix chilensis* Molina (BRUSSA e GRELA, 2007).

Distribui-se amplamente em América do Sul e América Central, do México a Argentina, desde Jujuy até Chubut, em todo o território do Uruguai e no Chile, desde Arica até Malleco, região da Araucanía (DEMAIO *et al.*, 2002; SOBRAL *et al.*, 2006; SAN MARTIN e VÉLIZ, 2006; BRUSA e GRELA, 2007).

Como característica distintiva possui hábito de árvore robusta, média a grande, de 10 a 20 m de altura, tronco reto e copa irregular a muito ampla, com galhos finos, flexíveis, erguidos a levemente pêndulos, de cor verde amarelado ou marrom avermelhados. Sua copa normalmente supera o dossel, destacando-se pela tonalidade verde claro e textura fina de sua folhagem. A casca é castanha acinzentada, muito grossa e rugosa, com fortes sulcos longitudinais, ainda em indivíduos jovens (DEMAIO *et al.*, 2002; SAN MARTIN e VÉLIZ, 2006; BRUSSA e GRELA, 2007).

As folhas são simples, caducas, alternas insertas em disposição helicoidal, pêndulas, verde claras, lineares a falciformes ou lanceoladas finas e alongadas com 0,5 - 1,5 cm de largura por 5 a 15 cm de comprimento; as dimensões dependem da idade da folha e da região; com margem finamente cerrada, nervura central bem marcada, glabras, de ápice longamente agudo acuminado, base aguda e pecíolos cilíndricos muito curtos. De sabor amargo (DEMAIO *et al.*, 2002; SAN MARTIN e VÉLIZ, 2006; BRUSSA e GRELA, 2007).

O salgueiro é uma espécie dióica – diclina, nas flores há ausência de envolturas coloridas, não tem cálice ou corola, e sim brácteas ou folhas modificadas. Flores imperfeitas, pequenas, reduzidas aos verticilos férteis. As masculinas com 5 – 14 estames, amarelas, vistosas, com glândulas nectaríferas; as femininas com ovário súpero, esverdeadas. Ambas se agrupam em amentos localizados nos extremos dos galhos do ano, com um comprimento de 3 a 8 cm. O desenvolvimento das flores e a antese são quase simultâneos à formação das folhas. Os frutos são cápsulas bivalves pequenas de 4-5 mm de comprimento, deiscentes, de cor castanha escura, com sementes de 0,5 – 0,7 mm, pelos sedosos e brancos úteis para a dispersão por anemocoria e hidrocoria. Reproduz-se muito facilmente por estacas do ano anterior, plantadas no final do inverno e por sementes (DEMAIO *et al.*, 2002; SAN MARTIN e VÉLIZ, 2006; BRUSSA e GRELA, 2007).

A madeira do salgueiro é leve e macia, inodora, flexível, fácil de trabalhar, com peso específico da madeira seca ao ar livre, atingindo entre 12 e 15% umidade, é de 0,45 a 0,49 g/cm³, segundo TUSET (1963); e 0,43 a 0,50, segundo SENYSZYN (1989). O cerne é castanho claro avermelhado, com listras pardas, alburno castanho claro rosa. Anéis de crescimento demarcados, textura fina a mediana, homogênea, grã direita (TUSET, 1963; SENYSZYN, 1989). A delimitação dos anéis de crescimento ocorre pela presença de poros nítidamente maiores no lenho inicial (DENARDI, 2007).

A estrutura anatomica da madeira apresenta porosidade difusa, com vasos solitarios ou em multiplos de 2 – 3, pequenos e numerosos; elementos vasculares de 80 – 430 µm de comprimento, com placas de perfuração simples, oblíqua e, ocasionalmente, apêndices; parenquima apotraqueal marginal (terminal), em faixas de 1 – 3 células de espessura, pouco visíveis, mesmo ao microscópio; raios heterogeneos e principalmente unisseriados (raros bisseriados); fibras de seção poligonal, por vezes septadas, providas de pontuações simples; e presença de fibras gelatinosas (WIEDENBRUG, 1948; TORTORELLI, 1956; MARCHIORI, 2004; DENARDI, 2007).

2.5.5 *Scutia buxifolia* Reiss.

A coronilha (Brasil) distribui-se desde a Bolívia, em La Paz e Santa Cruz (2850 m s.n.m.) até Tarija, no centro norte da Argentina, em todo o Uruguai e no sul do Brasil, desde o Paraná até o Rio Grande do Sul. Também é chamada de coronilla (Uruguai), coronillo (Argentina), negrilla e yana-yana phuna (Bolívia), canela-de-espinho ou espinho-de-touro, nas distintas regiões citadas (BASTOS, 1988; NEE, 2004; BRUSSA e GRELA, 2007). No estado do Rio Grande do Sul ocorre na Floresta Ombrófila Mista, Floresta Aluvial na Serra do Sudeste e no litoral sul; no Uruguai cresce em todos os tipos de florestas do país e tem sido muito explorada em razão da excelente qualidade da sua madeira para energia (SOBRAL *et al.*, 2006; BRUSSA e GRELA, 2007).

Pertence à família Rhamnaceae e, segundo BRUSSA e GRELA (2007), apresenta duas sinônimas, *Adolia buxifolia* (Reiss.) Kuntze e *Rhamnus coronula* Larrañaga. Possui porte de arbusto ou árvore de copa esférica muito estendida, folhagem persistente de cor variável segundo a exposição ao sol, à sombra verde escuro, ao pleno sol verde claro, com galhos novos avermelhados. Casca marrom, às vezes com tons violáceos, esfoliando em placas. Galhos com fortes espinhos retos perpendiculares de 2 a 5 cm. Folhas simples, opostas ou subopostas (às vezes alternas), elípticas a ovado-lanceoladas de 1-2 x 2-4 cm, íntegras, ocasionalmente dentadas, coriáceas, glabras, nervura central marcada, ápice emarginado com pequeno apículo, base aguda, subsésseis ou com pecíolo curto. As flores são amarelo-esverdeadas, pequenas, axilares, agrupadas em dois ou três, com corola de cinco pétalas apertiginadas, floresce na primavera e frutifica na primavera e no verão. O fruto é uma baga globosa, violeta escura quando amadurecida, de 1 cm de diâmetro, com duas a três sementes viáveis na mesma estação de amadurecimento do fruto (BRUSSA e GRELA, 2007).

A tintura extraída da casca é utilizada na medicina popular como tônico cardíaco e a madeira, resistente, dura e pesada (peso específico: 1,23 - 1,30 g/cm³, a 12 - 15% umidade), para moirões e postes, sendo muito apreciada pelo seu poder calorífico (SCHULTZ, 1990). Os anéis são demarcados, a textura é muito fina, o alburno é rosado e o cerne castanho avermelhado (SENYSZYN, 1989). Os poros são apenas visíveis a olho nu como pontos brancos, porosidade difusa, numerosos e pequenos, alguns solitários e a maioria múltiplos, todos vazios. O parênquima axial do tipo terminal e vasicêntrico, em ambos os casos, é escasso e pouco visível a olho nu. Os raios são numerosos, variando de finos a muito finos (TUSET, 1963).

2.5.6 *Ocotea acutifolia* (Ness) Mez.

O laurel ou laurel-negro como é chamado no Uruguai, canela-preta no Brasil ou ayui-moroti em vozes indígenas na Argentina, pertence à família Lauraceae e apresenta como sinonímia *Oreodaphne acutifolia* Ness (TUSET, 1963; BRUSSA e GRELA, 2007).

Ocorre em quase todas as formações florestais subtropicais e temperadas da América do Sul, na Bolívia, Paraguai, Brasil, Argentina e Uruguai. No Brasil se distribui desde o estado de Minas Gerais (Serra do Cipó) até o Rio Grande do Sul. No Uruguai está amplamente distribuída em todo o território, encontrada nas margens do Rio da Prata em Montevideu, sendo esta a sua localização mais austral. Na Argentina cresce desde Misiones até Buenos Aires. Na Bolívia foi localizada na região de Madidi, em Santo Domingo, na Yunga Subandina Superior Pluvial e no Paraguai desde Amambay até Itapúa (SOBRAL *et al.*, 2006; BRUSSA e GRELA, 2007; <http://www.tropicos.org/Specimen/3135079>; Specimen/ 1409928; Specimen/48961; Specimen/1225178, julho de 2010).

No Uruguai pode atingir até 25 m de altura e 1 m de diâmetro. Em geral o fuste é ramificado desde baixa altura (2 a 3 m) ou menos quando crescendo a pleno sol. Copa globosa, casca pardo-marrom, rugosa, porosa, com desprendimento de escamas e profundos sulcos. Folhagem persistente de cor verde intenso (BRUSSA e GRELA, 2007).

Folhas simples, alternas, dispostas em galhos de cor verde, cartáceas, lanceoladas até elíptico lanceoladas, de 1-4,5 x 4-14 cm, nervura central marcada, ápice acuminado, margem inteira e base atenuada; quando espremidas as folhas desprendem

cheiro característico de pimentão verde. As flores são unissexuadas agrupadas em panículas curtas, de cor creme amarelado, o fruto é baciforme ovóide de 0,8-1,2 x 1,5-2,3 mm, de cor preta brilhante quando amadurecido, com uma semente por fruto. Floresce desde outubro até janeiro, frutificando de janeiro a maio. Multiplica-se por sementes e estacas em ambiente controlado (BRUSSA e GRELA, 2007).

Alburno com coloração ocre, cerne acastanhado com nuances ocre-amarelado apresentando cheiro forte e desagradável, tanto a madeira verde quanto a seca. Anéis de crescimento demarcados, de textura fina a média e grã oblíqua a direita, com densidade média, Pe 0,53 a 0,58 g/cm³ (12 - 15% umidade), de fácil polimento e dificilmente atacada por agentes xilófagos. Lenho brando, porém resistente, apta para usos nobres assim como rústicos. Os poros são pouco visíveis a olho nu, vazios, porosidade difusa, com lupa observam-se numerosos e medianos, solitários e múltiplos, com predomínio dos últimos. O parênquima lenhoso não visível nem com lupa, os raios lenhosos são visíveis a olho nu, numerosos, finos a medianos, irregularmente dispostos na face tangencial (TUSET, 1963; SENYSZYN, 1989).

2.5.7 *Ocotea pulchella* (Ness) Mez.

A canela-lageana ou laurel, como é popularmente conhecido no Uruguai, tem distribuição regional característica na América do Sul subtropical e temperada, desde o Brasil central até o sul do país, Paraguai, nordeste da Argentina, atingindo seu limite austral de distribuição natural no nordeste do Uruguai (BRUSSA e GRELA, 2007).

No Rio Grande do Sul, a espécie é observada com frequência na Floresta Ombrófila Mista, no Escudo Rio-Grandense, nas florestas das planícies quaternárias úmidas do litoral, e com ocorrência rara nas florestas da bacia do Alto Ibicuí, Alto Uruguai e da Fralda da Serra Geral (REITZ *et al.*, 1988).

No Uruguai é uma espécie característica da Floresta de Quebrada - *Bosque de Quebrada*, encostas dos morros achatados, *cornijas* arenosas (arenitos silicificados pelo efeito de cozimento do basalto da Fm. Serra Geral afeiçoando morros testemunha, resistentes à erosão), e nas florestas ciliares de rios e arroios de Rivera, Artigas, Salto, Tacuarembó e Cerro Largo (departamentos que conformam o nordeste do país); sendo um componente conspicuo nestas formações, tanto pela sua abundância quanto pelas suas dimensões, principalmente nas quebradas (BRUSSA e GRELA, 2007).

A mesma foi confundida no Uruguai com *Ocotea porosa* (Nees & C.Mart.) Barroso, empregando o sinônimo *Cinnamomum porosum* (Nees & C. Mart.) Kosterm.; esta última não tem sido detectada na flora uruguaia (Bernardi, 2001 citado por BRUSSA e GRELA, 2007). Apresenta, assim mesmo, um basionimo, *Oreodaphne pulchella* Nees.

É uma árvore que alcança poucos metros de altura nas formações campestres, mas atinge 25 a 30 m de altura, e 50 a 80 cm de diâmetro na floresta pluvial (RIZZINI, 1971). Na Floresta de Quebrada no Uruguai atinge entre 25-28 m de altura e até 1 m de diâmetro. Fuste reto, copa ampla e globosa, casca cinza com lenticelas inúmeras muito características, mais notórias nos indivíduos jovens; a madeira e inclusive a casca, quando verdes, possuem cheiro muito similar ao da imbuia (*Ocotea porosa*). A folhagem é persistente, verde escuro e brilhante, os galhos e folhas novos frequentemente são ferrugíneos e tomentosos (BRUSSA e GRELA, 2007).

As folhas são simples, alternas, cartáceas, elípticas de 4 a 6,5 cm de comprimento por 1,4 a 3 cm de largura, um tanto discolores, com nervação reticulada, com tufo de tricomas nas axilas em domácias em dois ou três pares de nervuras secundárias proximais na cara abaxial, ápice acuminado, margem inteira e base cuneada, com pecíolos curtos. As flores são unissexuadas em panículas axilares, de cor branca amarelada. O fruto é baciforme, oblongo de 8 x 6 mm, preto e brilhante, suportado por uma cúpula, contendo uma semente. Floresce em dezembro e janeiro, frutificando até março (BRUSSA e GRELA, 2007). As sementes são não-fotoblásticas, germinando logo que caem no chão, apresentando comportamento recalcitrante quando estocadas em condições de baixa umidade (PIRES *et al.*, 2009)

Os anéis de crescimento são facilmente distinguíveis. No lenho tardio, verifica-se uma diminuição no diâmetro e número de vasos, com uma maior concentração de fibras. É possível observar, com o auxílio de lupa binocular (40 X) a presença de poros difusos com dimensões e distribuição uniformes em todo o lenho inicial. O lenho tardio possui uma coloração pardo-escura, contrastando com o lenho inicial, de coloração creme-amarelado. A madeira apresenta cerne e alburno indistintos, com superfície levemente áspera, considerada moderadamente pesada (0,65 g/cm³) a 12% de umidade (SPATHELF *et al.*, 2000).

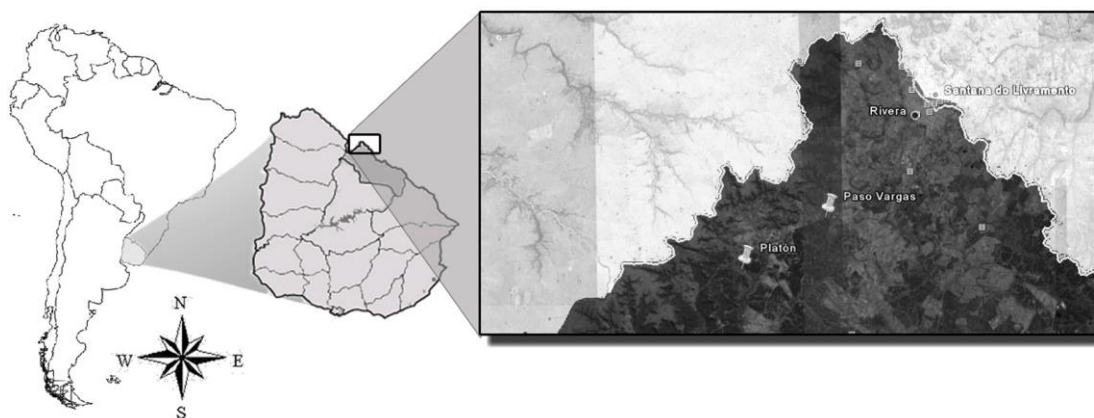
A madeira é empregada para tabuado, moirões e vigas, podendo ser utilizada na construção civil, sendo considerada madeira de segunda classe no Brasil (RIZZINI, 1971). Por outro lado, no Uruguai é considerada madeira de qualidade, sendo apta para trabalhos de marcenaria (BRUSSA e GRELA, 2007).

Finalmente, sendo uma espécie distintiva de Floresta de Quebrada, encostas dos morros achatados, cornijas de arenitos e bordas de rios e arroios do nordeste do Uruguai, como um dos componentes mais importantes, tanto pela sua abundância quanto pelas suas dimensões, alcança o seu limite austral de distribuição natural no nordeste do Uruguai (BRUSSA e GRELA, 2007). Contudo, na bacia do rio Tacuarembó ocorre nos seus trechos superior e médio, associada às formações geológicas Arapey, Rivera e Tacuarembó, âmbito deste trabalho, portanto de interesse a ser testada como provável bioindicadora.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CONTEXTO GEOLÓGICO

A presente pesquisa foi conduzida na bacia hidrográfica⁴ do rio Tacuarembó, abrangendo uma área de 937.000 ha, a terceira em importância no Uruguai. Duas sub-bacias⁵ que se encontram na porção oeste da bacia do referido rio foram escolhidas como locais de amostragem - Paso Vargas (30°58'58,3" S - 55°37'56,10" W; 185 m s.n.m.) e Platón (31°01'17,2" S - 55°42'26,60" W; 190 m s.n.m.), localizadas no departamento de Rivera. Ambas nascem no remonte erosivo dos basaltos da Formação (Fm.) Arapey (cronologicamente correlacionável à Fm. Serra Geral), e na continuidade se inserem em arenitos, Paso Vargas no da Fm. Tacuarembó (Botucatu) e Platón no da Fm. Rivera. Na figura 3 encontra-se o mapa com a localização geral das áreas.



Fonte: Croqui elaborado por L.G. Vazquez Cancelo a partir de imagens de Google Earth®.

Figura 3 Croqui de localização geral das sub-bacias Paso Vargas e Platón, Uruguai (sem escala).

A localização das unidades amostrais no contexto das sub-bacias se apresenta na figura 4. Foram alocadas nove unidades, cada uma delas identificada com um código, cinco na sub-bacia Paso Vargas e quatro no sub-bacia Platón. Procurando mostrar as sub-bacias em toda a sua extensão, as imagens foram dimensionadas de forma que incluíssem as cabeceiras de drenagem partindo do divisor de águas.

⁴ A bacia hidrográfica ou de drenagem é a área de superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários (FLORENZANO, 2008).

⁵ A bacia de drenagem pode ser dividida em sub-bacias e microbacias, as quais são unidades de estudo e de planejamento, definidas operacionalmente em função das aplicações a que se destinam (FLORENZANO, 2008).



Fonte: elaboração própria a partir de imagens de Google Earth®, 2007.

Figura 4 Contexto geral das sub-bacias Paso Vargas e Platón, partindo desde o divisor de águas até o local de coleta. Em branco estão indicados os nove locais de coleta; sendo a linha amarela a fronteira entre Uruguai e Brasil.

Na sub-bacia Paso Vargas (Figura 5a), localizada na nascente do rio Tacuarembó propriamente dita, a margem sul é utilizada na a produção de madeira para serraria (*E. grandis*, *E. dunnii* e *P. taeda*), havendo próximo a borda da floresta nativa árvores de *Gleditsia triacanthos*, espécie invasora espontânea (ANEXO I – imagens 5 e 6), e na margem norte mantêm-se a vegetação de campos, sendo esses pastejados por gado bovino e equino (ANEXO I – imagens 7 e 8). Na tabela 1 estão os valores volumétricos dos talhões supracitados.

Tabela 1 - Espécies, idades e valores de crescimento dos talhões para produção de madeira da margem sul da sub-bacia Paso Vargas e da margem norte da sub-bacia Platón.

Sub-bacia	Espécie	Ano plantação	Superfície (ha)	Idade (anos)	Volumen comercial até 2008 (m ³ /ha)	Volumen comercial até 2008 (m ³)	Incremento médio anual (m ³ /ha/ano)	Volumen total comercial até 2008 (m ³)
Paso Vargas	<i>Eucalyptus dunnii</i>	1996	4	12	238	1.067	19,80	
	<i>Eucalyptus grandis</i>	1995	209	13	310	64.795	23,84	
	<i>Pinus taeda</i>	2004	9	4	-	-	-	
			222					65.862
Platón	<i>Eucalyptus grandis</i>	1994	108	14	256	32.206	21,36	
			108					32.206

A sub-bacia Platón (Figura 5b) está localizada sobre um afluente do rio Tacuarembó, o arroio do Paraguai, onde a região à montante está ocupada por campo natural também utilizada como área de pastagem para gado bovino e equino, assim como apicultura, podendo-se observar algumas árvores de *Pinus taeda* invadindo a encosta média (ANEXO I – imagens 3 e 4). À jusante, na margem norte, a sub-bacia está sendo utilizada por plantios de *Eucalyptus grandis* nos terços médio e superior da encosta, e por *Pinus taeda* no terço inferior da encosta, inclusive até a borda da floresta aluvial; adicionalmente há também pastejo de gado com carga muito baixa (ANEXO I – imagens 1 e 2). Os dados volumétricos dos talhões desta sub-bacia estão na tabela 1.

Como se podem observar na tabela 1 as plantações de eucalipto tem idades entre 12 e 14 anos com incrementos de 20 a 24 metros cúbicos anuais por hectare. Em Paso Vargas o volume comercial estimado é de 65.862 m³ totais, (sem considerar o *Pinus taeda* que ainda não tinha sido inventariado) e em Platón de 32.206 m³.



Figura 5 Vista geral das sub-bacias Paso Vargas (a) e Platón (b), Uruguai. As setas verdes indicam a floresta ciliar, lugar onde foi realizada a coleta de amostras.

3.3 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

O clima do Uruguai é caracterizado como sendo do tipo temperado e úmido, com precipitações o ano todo e temperatura do mês mais quente superior a 22°C, ou

seja, corresponde ao tipo *Cfa* da classificação climática Köppen (DIRECCION NACIONAL METEOROLOGIA, 2010).

A precipitação média anual do Uruguai é da ordem de 1300 mm, havendo um decréscimo das isoietas (linhas de igual precipitação) de nordeste para sudoeste: a isoietas máxima dá-se em Rivera, com 1573 mm e a mínima de 1100 mm no litoral do rio da Prata. O país tem clima chuvoso, sem estação seca definida, mas com grande variabilidade interanual.

Com vistas à caracterização do clima do departamento de Rivera, foram utilizados os dados históricos do período de 1978 a 2008 da estação meteorológica de Rivera (Nº 86350), localizada a 30°53,8' S - 55°32,6' W, altitude 241,94 m s.n.m., cedidos pela *Dirección Nacional de Meteorología, Dirección de Climatología y Documentación, División Climatología Aplicada, Uruguay*. Com tais valores foi construído um diagrama climático que se apresenta na figura 6.

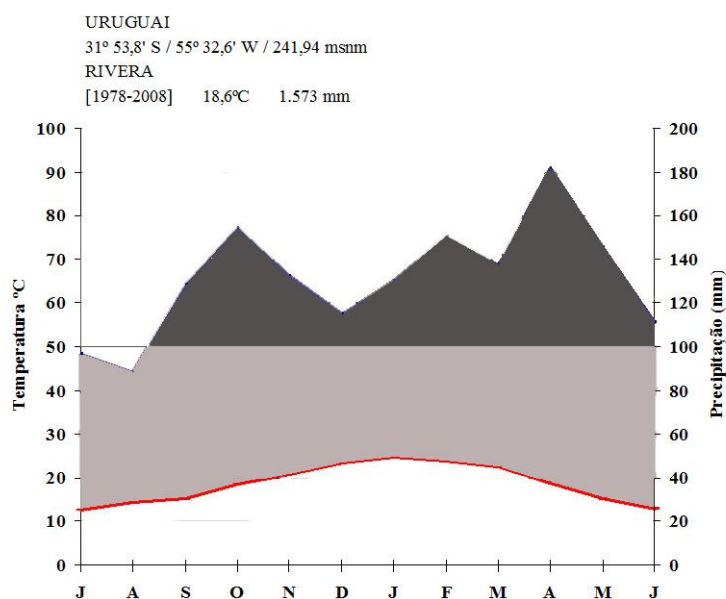


Figura 6 Climatograma - diagrama climático desenvolvido para a região, segundo a metodologia de GAUSSEN (1954), proposta por WALTER e LIETH (1967). Dados: Dirección Nacional de Meteorología – estación Rivera, 2009.

Verificou-se que a precipitação média mensal foi de 131 mm, apresentando padrão de chuvas bimodal, com dois picos, em abril (182 mm) e outro em outubro (155 mm), com o mês de menor precipitação em agosto, com 88 mm (Figura 5). Nesse

histórico de 30 anos, como pode ser observado na figura 6, tem-se marcados períodos chuvosos e de secas. Destacam-se, nesse período, os anos de 1980 (2006 mm), 1997 (1964 mm), 1998 (1956 mm), 2001 (2163 mm) e 2002 (2683 mm), sendo este último o de maior valor registrado. Os anos de estiagem ocorreram em 1989 (929 mm) (mínimo absoluto para o período), 1999 (1052 mm), 2004 (1149 mm), 2006 (1139 mm) e 2008 (1068 mm), configurando como a maior sequência de anos com baixos valores de precipitação.

A temperatura média anual para Rivera no período de 1978 a 2008 foi de 18,6°C, onde a média do mês mais frio foi de 12,8°C no mês de julho e a do mês mais quente em janeiro com 24,7°C.

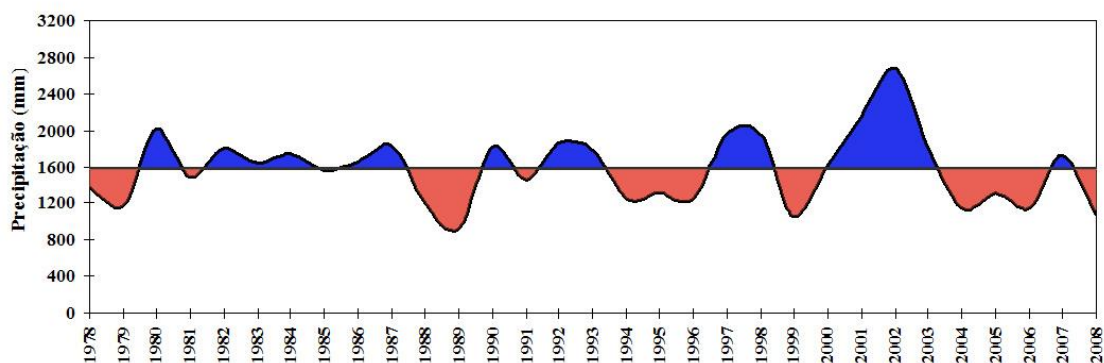


Figura 7 Precipitação anual acumulada em relação à média (1573 mm) para o período 1978 a 2008. Dados: Dirección Nacional de Meteorología, estación Rivera, 2009.

Os meses que apresentaram maior desvio padrão de temperatura foram junho e julho (Figura 8), porém o de maior amplitude entre a média máxima e mínima foi agosto, com 6,5°C (Figura 8). Ao dividir o período em décadas, verifica-se uma leve tendência de aumento da temperatura média nos últimos trinta anos na região: de 1978 a 1988 = 18,3°C; de 1988 a 1998 = 18,6°C; de 1998 a 2008 = 18,8°C. Observando a figura 9 fica evidente esta tendência, apesar das flutuações anuais.

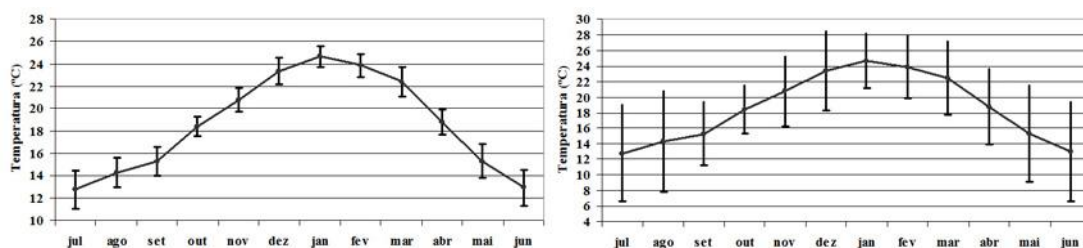


Figura 8 Temperatura média e desvio padrão mensal (°C) para o período 1978 a 2008 (esquerda). Intervalo de temperatura mensal (°C), média máxima e mínima, para o período 1978 a 2008 (direita). Dados: Dirección Nacional de Meteorología, estación Rivera, 2009.

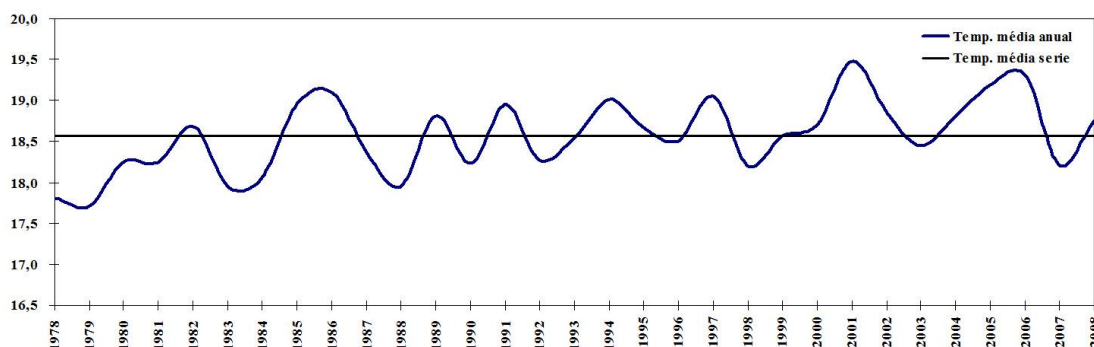


Figura 9 Evolução da temperatura média mensal (°C) para o período 1978 a 2008. Dados: Dirección Nacional de Meteorología, estación Rivera, 2009

3.4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3.4.1 Caracterização geomorfológica

Dentro de uma região climática homogênea, uma das fontes de variação mais importante para a vegetação arbórea é o tipo de solo. Sendo assim, decidiu-se estratificar previamente a floresta aluvial em função da geomorfologia⁶, em um primeiro momento, para logo conhecer algumas características dos solos correspondentes a cada feição geomórfica⁷, prevendo respostas diferenciadas nos anéis de crescimento, em função dessas variáveis (FLORENZANO, 2008).

Para regimes morfoesculturais, ou seja, sistemas de desenvolvimento de leito fluvial aparentemente sem interferência das características do arcabouço geológico, como seria o caso das duas sub-bacias objeto deste estudo, CURCIO (2006) define sete feições geomórficas para superfícies de agradação e quatro para as superfícies de degradação, conforme é mostrado na figura 10. Entendendo como superfície de

⁶ Geomorfologia: se refere ao estudo das formas do relevo.

⁷ Feição geomórfica: Se refere à forma concreta no relevo, ou seja, ao objeto em si.

agradção à parte convexa da curva do rio resultante de processos deposicionais fluviais; e como superfície de degradação à superfície em contraposição à agradção, portanto, a parte cônica da curva do rio onde atuam os processos erosivos gerados pela corrente fluvial.

Fonte: G.R. CURCIO, 2006.

Uma vez que se trabalhou em sub-bacias de nascentes, o espaço ocupado pela floresta aluvial é relativamente estreito, não superando, na maioria dos casos, 20 m de largura. Nesse espaço foram definidas as feições geomórficas, seguindo a categorização proposta pelo autor supracitado, sendo em sequência simplificada para: barra e interbarra (Tabela 2), conforme o microrrelevo fosse convexo ou côncavo, ou seja, sujeito a adequada drenagem ou ao acúmulo de água no perfil de solo, respectivamente.

Sub - Bacia	Uso da encosta	Unidade amostral	Superfície	Feição geomórfica	Denominação simplificada
Paso Vargas	Plantio florestal	AFC01	agração	barra subatual	barra
		AFA02		interbarra subatual	interbarra
		AFD03		barra atual e barra subatual	barra
	Campo	ACC04	degradação	reverso de dique	interbarra
		ACA05		ombreira de dique	barra
Platón	Campo	BCA06	agração	barra subatual	barra
		BCC07		interbarra subatual	interbarra
	Plantio florestal	BFA08	degradação	ombreira de dique	barra
		BFC09		reverso de dique	interbarra

3.4.2 Características físicas e químicas dos solos

Em cada uma das feições geomórficas foram coletadas amostras de solos, procurando conhecer características físicas (textura e densidade) e químicas (pH, matéria orgânica, fósforo, potássio, magnésio, sódio e manganês) para três profundidades: 0-5 cm, de 40-45 cm e de 80-85 cm. De maneira complementar, verificou-se no perfil do solo indicativos da ação da água para enquadrá-lo em uma das três categorias sugeridas por CURCIO (2006): (i) hidromórfico, que seriam aqueles com saturação hídrica plena durante períodos significativos do ano, com subsequente gleização ou mosqueados dentro de 50 cm de profundidade, (ii) não-hidromórficos, como sendo os que não apresentam evidencia de saturação hídrica, e (iii) semi-hidromórficos, cuja formação está relacionada à presença do caráter gleico entre 50 cm e 1 m de profundidade.

Cada amostra de solo foi composta por quatro subamostras extraídas nos limites das parcelas usadas para o levantamento fitossociológico. As amostras de solo foram analisadas no laboratório de solos da UNCIEP (*Unidad de Ciencias de la Epigénesis*), da Facultad de Ciencias – Universidad de la República, em 2009.

3.4.3 Fitossociologia

Com o propósito de obter informações sobre a florística e a estrutura das florestas que serviram de base para o estudo de crescimento das espécies arbóreas, foram alocadas de maneira expedita, em cada feição geomórfica (barra e interbarra), duas unidades amostrais de 10 x 10 (100 m²), por sub-bacia, à exceção da barra de meandro atual – superfície de agradação - em Paso Vargas, onde foram coletadas as amostras de *Salix humboltiana* porque não foi possível encontrar a mesma feição geomórfica na sub-bacia Platón.

Em cada unidade amostral foram avaliados todos os indivíduos arbóreos ≥ 3 cm de diâmetro à altura do peito - DAP (1,30 m do solo), e registrou-se, em formulário próprio: a espécie, o diâmetro à altura do peito, altura total (m), altura do ponto de inversão morfológica (m), a posição sociológica em três zonas verticais: 1 = eufótica (muita luz), 2 = intermediária, 3 = oligofótica (pouca luz), conforme GALVÃO (1994). As alturas, tanto total, quanto do ponto de inversão morfológica, foram estimadas usando como referencia a altura das 61 árvores de *S. commersoniana* abatidas; e a altura

da copa foi calculada como a diferença entre a altura total e a altura do ponto de inversão morfológica.

Com o auxílio do programa FITOPAC 1.0, de SHEPHERD (1988), estimaram-se os descritores densidade absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa, dominância absoluta e relativa e a porcentagem de importância⁸ (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974; MAGURRAN, 1988).

Foi realizada a classificação das espécies por grupo ecológico, e, para tal, utilizou-se uma adaptação do sistema proposto por SWAINE e WHITMORE (1988). Os autores consideram duas categorias como uma primeira divisão ecológica, as espécies pioneiras e as espécies clímax ou não-pioneiras. Posteriormente subdividem a segunda categoria em função da dependência das espécies da intensidade luminosa quando adultas. São resultantes dessa subdivisão as categorias: espécies clímax exigentes em luz (CL) e espécies clímax tolerantes à sombra (CS). Portanto, as três categorias utilizadas neste trabalho foram: pioneiras (P), clímax exigentes em luz (CL) e clímax tolerantes à sombra (CS).

Foram feitas exsicatas das espécies levantadas, herborizadas de acordo com metodologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1992). A identificação das espécies foi realizada em campo com auxílio do técnico florestal José Luis Antunez Zaballa, diretor de parques e do viveiro municipal da cidade de Rivera, mediante também o uso de chaves dicotômicas publicadas em BRUSSA e GRELA (2007). A nomenclatura científica está de acordo com a base de dados TROPICOS ® do Missouri Botanical Garden.

3.4.4 Comparação entre feições geomórfica

Para fins de comparação das feições geomórficas barra e interbarra foram utilizados índices de similaridade, de diversidade e de abundância proporcional. Para similaridade utilizou-se o índice de Jaccard e de Sørensen (SØRENSEN, 1957), para diversidade o índice de Margalef, e de diversidade através de índices de abundância

⁸ Qualquer um dos parâmetros: densidade, frequência e dominância podem ser consideradas como índices de importância, porém em algumas circunstâncias são mais precisos os coeficientes que as combinam, e um dos mais utilizados é valor de importância (VI), definido por CURTIS (1959) como a soma dos anteriores na sua forma relativa, adquirindo um valor máximo de 300 e revelando a importância ecológica de cada espécie melhor que qualquer um de seus componentes. RISSER e RICE (1971) por sua vez, definiram a porcentagem de importância (PI) transformando o VI a valores relativos para cada espécie, dividindo por três seus respectivos valores (WHITTAKER, 1970; MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974; MATTEUCCI e COLMA, 1982; GRELA e ROMERO, 1998).

proporcional à dominância os de Simpson e de Berger Parker, o de equabilidade de Shannon e Pielou (MORENO, 2001).

Índice de Jaccard (J): o índice de similaridade de dados qualitativos Jaccard foi calculado como:

$$J = c / (a + b - c)$$

onde: a = número de espécies presentes no local A;

b = número de espécies B;

c = número de espécies comuns a A e B. Esta relação é definida como 0 quando nenhuma espécie é compartilhada entre os dois locais, e 1 quando ambos locais apresentam a mesma composição específica.

Índice de diversidade de Margalef (I): é uma medida da riqueza de espécies, e tem a seguinte expressão:

$$I = (s-1)/\ln N$$

onde: I = é a diversidade;

s = é o número de espécies presentes;

N = é o número total de indivíduos encontrados (pertencentes a todas as espécies);

\ln = logaritmo neperiano de um número.

Valores inferiores a 2 são considerados como relacionados a zonas de baixa biodiversidade (em geral resultado de efeitos antropogênicos) e valores superiores a 5 são considerados como indicativos de alta biodiversidade (MARGALEF, 1974).

Índice de Shannon (H'), ou índice de equabilidade, é o índice mais utilizado para medir a diversidade de organismos. Ele é baseado na abundância proporcional das espécies e o número de espécies. Definido pela seguinte fórmula:

$$H' = - \sum P_i \ln(P_i)$$

onde: P_i = proporção do número de indivíduos da espécie "i" em relação ao total de indivíduos (n_i/N).

Índice de Pielou (J), também representa uma medida da equabilidade, é baseado na abundância proporcional das espécies em função do número total de espécies (MORENO, 2001). Definido pela seguinte fórmula:

$$J = - \sum P_i \ln(P_i) / \ln(s)$$

onde: P_i = proporção do número de indivíduos da espécie "i" em relação ao total de indivíduos (n_i/N);

s = é o número de espécies presentes.

O índice de Simpson (λ) é um índice de dominância:

$$\lambda = \sum n_i(n_i-1) / N(N-1)$$

onde: n_i = abundância por espécie;

N = número total de indivíduos.

Quanto maior a dominância de uma determinada espécie maior o índice. O complemento ($1/\lambda$) desse índice expressa diversidade e na sua forma original representa dominância. λ varia entre 1 e 0, quanto mais perto de 0 maior a diversidade (SIMPSON, 1949).

Índice de Berger Parker (D): é um índice de dominância que varia entre 0 e 1. Quanto mais perto de 1 maior a dominância e menor a diversidade (MORENO, 2001). É calculado segundo a seguinte expressão:

$$D = N_{\max} / N$$

onde: N_{\max} = abundância da espécie dominante;

N = número total de indivíduos.

3.4.5 Seleção e coleta das árvores para avaliação dos anéis de crescimento

Para a seleção dos indivíduos foram adotados, sempre que possível, os seguintes critérios: árvores sadias sem evidências notórias de doenças e/ou danos, com tronco reto, posicionadas no dossel da floresta, com altura do ponto de inversão morfológica elevada e com os maiores diâmetros (STOKES e SMILEY, 1968).

Foram utilizados dois métodos de obtenção de amostras: o abate de árvores visando a obtenção de discos transversais do tronco e a extração de amostras não-destrutivas de madeira (rolos de incremento), com auxílio de um trado de incremento de *Pressler*. O primeiro método, por ser destrutivo foi aplicado somente à espécie mais abundante e frequente, tal foi o caso de *Sebastiania commersoniana*. O segundo método, no entanto, permite remover pequenas amostras não-destrutivas de árvores vivas minimizando os danos, já que o pequeno orifício produzido pela extração da

amostra é bastante reduzido e rapidamente cicatrizado. Esta técnica foi empregada para a amostragem de: *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Salix humboldtiana*, *Scutia buxifolia*, *Ocotea acutifolia* e *Ocotea pulchella*.

Procurou-se amostrar o máximo de árvores por feição geomórfica, porém nem sempre isso foi possível. A espécie mais frequente e abundante foi *S. commersoniana*, para as outras espécies houve dificuldades para se obter pelo menos uma amostra por parcela, além do caso particular de *S. humboldtiana* que foi a única espécie ocorrendo na barra de meandro atual em Paso Vargas.

A quantidade de árvores amostradas por feição, por sub-bacia e por tipo de coleta (disco/rolo) encontra-se na tabela 3; e a quantidade de indivíduos amostrados por espécie, por feição e por sub-bacia encontra-se na tabela 4.

Tabela 3 Número de indivíduos amostrados por feição geomórfica, uso produtivo da encosta, sub-bacia e por tipo de coleta (disco/rolo).

Sub-Bacia	Uso da encosta	Unidade amostral	Feição geomórfica	Total de amostras		
				Discos	Rolos	Total
Paso Vargas	Plantio florestal	AFC01	barra	5	10	15
		AFA02	interbarra	9	6	15
		AFD03	barra	-	10	10
	Campo	ACC04	interbarra	3	12	15
		ACA05	barra	8	7	15
Platón	Campo	BCA06	barra	9	7	16
		BCC07	interbarra	9	6	15
	Plantio florestal	BFA08	barra	9	8	17
		BFC09	interbarra	9	4	13
	Total				61	70

Tabela 4 Número de indivíduos de *Sebastiania commersoniana*, *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Ocotea acutifolia*, *Ocotea pulchella*, *Salix humboldtiana* e *Scutia buxifolia* amostrados em cada feição geomórfica, por sub-bacia e uso da encosta.

Sub-Bacia	Uso da encosta	Unidade amostral	Feição geomórfica	<i>Sebastiania commersoniana</i>	<i>Ocotea acutifolia</i>	<i>Allophylus edulis</i>	<i>Salix humboldtiana</i>	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	<i>Scutia buxifolia</i>	<i>Ocotea pulchella</i>	Total de amostras
Paso Vargas	Plantio florestal	AFC01	barra	5	1	2	-	3	2	2	15
		AFA02	interbarra	9	-	2	-	2	2	0	15
		AFD03	barra	-	-	0	10	0	0	0	10
	Campo	ACC04	interbarra	3	5	3	-	2	2	0	15
		ACA05	barra	8	3	2	-	0	2	0	15
Platón	Campo	BCA06	barra	9	5	2	-	0	0	0	16
		BCC07	interbarra	9	3	3	-	0	0	0	15
	Plantio florestal	BFA08	barra	9	4	-	-	0	0	4	17
		BFC09	interbarra	9	1	1	-	1	0	1	13
		Amostras por espécie				61	22	15	10	8	8

3.4.6 Coleta dos discos e rolos de incremento

Todas as coletas, tanto de discos quanto de rolos de incremento, foram realizadas entre setembro de 2008 e janeiro de 2009; portanto, o período de análise dos anéis completa a ser considerado foi até 2007, dado que os anéis que começaram a se formar no período primavera 2008 – verão 2009 ainda estão em fase de crescimento, portanto não comportando um anel de crescimento completo.

Com a árvore abatida determinou-se a altura total, a altura do ponto de inversão morfológica (início da copa) e o diâmetro de copa. Para o presente trabalho utilizou-se somente os discos extraídos à altura do diâmetro do peito - DAP (1,30 m do nível do solo).

Os discos transversais do tronco, com uma espessura de aproximadamente 5 cm, foram obtidos com auxílio de uma motosserra (Figura 11).



Figura 11 Procedimento de coleta dos discos transversais do tronco de *Sebastiania commersoniana* em campo; a) corte dos discos, b) dano encontrado frequentemente, causado pela larva de um inseto xilófago; c) e d) discos identificados e prontos para serem secos e lixados.

Quando da coincidência da altura do corte com qualquer dano, bifurcação e/ou deformação do tronco, o disco foi coletado um pouco acima, evitando-se, assim, quaisquer defeitos. Os discos coletados foram devidamente numerados e identificados na face inferior, adotando-se um código contendo as informações referentes à sub-bacia, à feição geomórfica, ao número do indivíduo e à altura da seção coletada.

Para o restante das espécies foram coletados dois rolos de incremento por árvore com trado de *Pressler* (5 mm de diâmetro) à altura do DAP (~1,30 m do nível do solo), em forma ortogonal (a 90°); compreendendo séries radiais de anéis de crescimento no sentido câmbio-medula.

As amostras foram identificadas e fixadas, ainda em campo, em suportes de madeira com aplicação de cola para madeira (Figura 12).



Figura 12 Coleta de rolos de incremento com trado de *Pressler*: a) extração da amostra à altura do DAP, b) fixação do rolo de incremento no suporte, c) identificação da amostra e d) amostra pronta para ser trabalhada.

Por ocasião da fixação das mesmas sobre os suportes de madeira, teve-se o cuidado em colocá-las na orientação axial dos elementos celulares, permitindo a visualização dos limites dos anéis de crescimento.

3.4.7 Preparo do material e mensuração dos anéis de crescimento

As amostras (discos e rolos de incremento), depois de secas ao ar, tiveram seu plano transversal polido com lixas abrasivas de granulometria crescente (50-120 grãos/mm²), seguindo-se à aplicação de ar comprimido para a desobstrução dos vasos e para destacar os limites dos anéis de crescimento. Para melhor visualizar os anéis, sempre que necessário, usou-se lixas para madeira (vermelha 3M®) de granulometrias adicionais: 320, 400, 600 grãos/mm².

Com os discos polidos, definiram-se quatro raios distanciados 90° um do outro, sendo o primeiro o raio maior, identificado como R₁, e os seguintes dispostos no sentido horário R₂, R₃ e R₄. Em casos em que os raios coincidiram com danos ou rachaduras, adotou-se um deslocamento padrão de 45° no sentido horário ou anti-horário, em conformidade com a melhor visualização do lenho (Figura 13).

No caso dos rolos de incremento o procedimento usado foi o de dar destaque aos anéis com lápis, desde a casca até a medula, quando presente, ou até o anel central existente (Figura 13).

As atividades de reconhecimento e mensuração das camadas de crescimento foram realizadas no laboratório de Ecologia Florestal – LECOF / CIFLOMA - UFPR, utilizando-se mesa de mensuração Velmex cedida pelo Laboratório de Anatomia da Madeira desta Universidade. Grande parte dessas tarefas foi realizada com a colaboração de alunos de graduação do curso de Engenharia Florestal da instituição.

Para visualizar adequadamente os anéis, utilizaram-se microscópios estereoscópicos 10X (com lentes LEICA® e NIKON®) e mesas deslizantes Velmex (Figura 13).

Essa mesa deslizante possui uma plataforma acoplada a um eixo crenado, controlado manualmente por meio de uma manivela (Figura 12d, à direita), acoplada a um sensor com duas saídas, uma para um controle que ao ser pressionado registra o valor da medida do anel e outra para o sistema Quadra-Chek ® 10 (QC10)⁹ (Figura 13d,

⁹ Metronics, Inc. Quadra-Check 10 User's Guide. Bedford, New Hampshire, USA. 2004.

à esquerda). O QC10 é um sistema de leitura digital para executar medidas de eixos simples em altos níveis de precisão. A escala do sensor permite uma precisão de 2 μm . Finalmente, os valores são transferidos automaticamente do sistema para um computador e gerenciados numa planilha de cálculo.

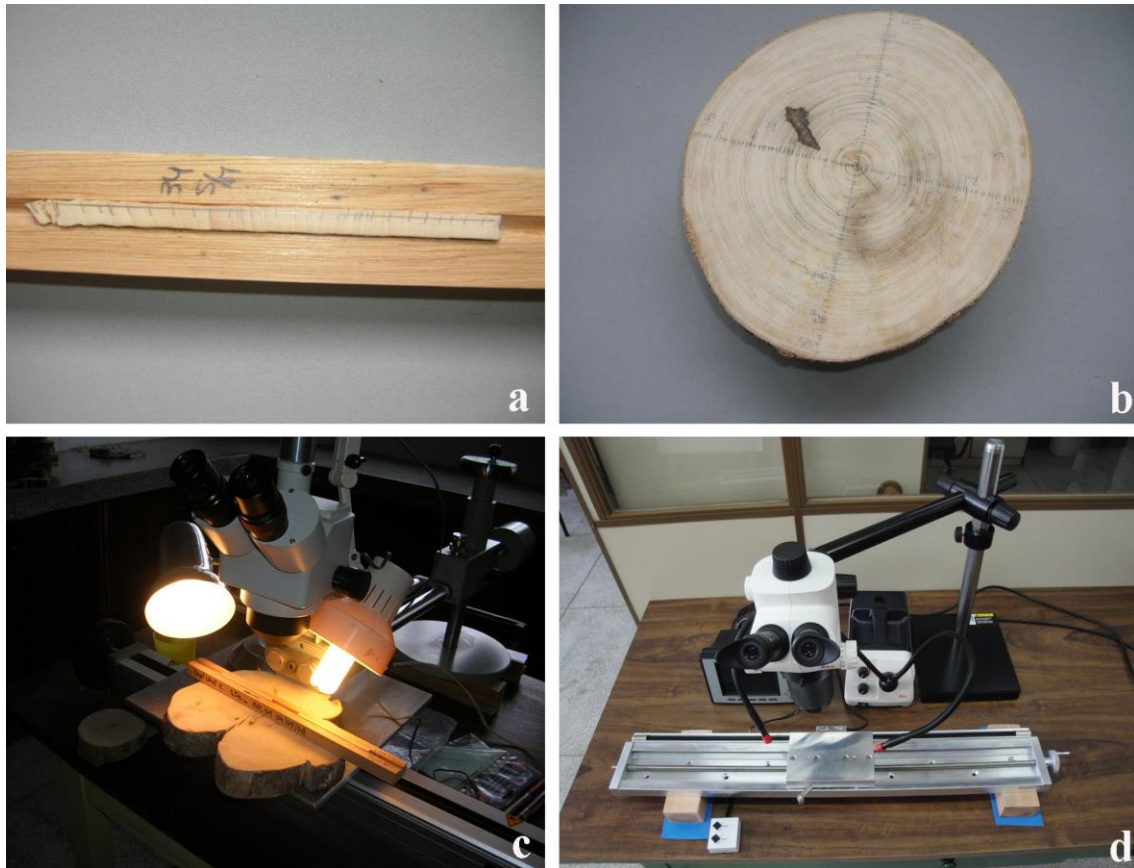


Figura 13 Etapas de preparo, reconhecimento e mensura dos anéis de crescimento: a) rolo de incremento de *Allophylus edulis* fixado sobre suporte de madeira, polido e com as limites dos anéis de crescimento identificados e delimitados; b) disco transversal do tronco de *Sebastiania commersoniana* com os quatro raios definidos e com os limites dos anéis de crescimento demarcados; c) detalhe de um estereomicroscópio utilizado na etapa de identificação dos limites dos anéis de crescimento e d) mesa de mensuração, detalhe da plataforma da mesa e a conexão de saída para o sistema – computador.

Foi importante verificar durante o processo de mensuração, para cada árvore, o início do crescimento vegetativo, identificando a ocorrência do início crescimento do lenho primaveril, devendo este ser excluído, dado que comporta um anel de crescimento incompleto o qual não foi considerado na análise de dados.

3.4.8 Análise da largura dos anéis de crescimento

Controle de qualidade e sincronização da largura dos anéis de crescimento

O primeiro procedimento de controle de qualidade e verificação da sincronização foi realizado aplicando-se o programa COFECHA. A principal função do programa COFECHA é a identificação dos dados que deverão ser reexaminados como possíveis erros, o que é feito em várias etapas. Inicialmente, cada série de medição é filtrada com uma função *spline* cúbica (COOK e PETERS, 1981) procurando eliminar a variação de baixa frequência. Na sequência, é realizada uma transformação logarítmica da série para aumentar o efeito da variabilidade entre os anéis estreitos. Disso resulta uma série mestre ou máster derivada da média de todas as demais séries temporais analisadas. As séries individuais filtradas e transformadas são testadas contra a série mestre. Para isso, a série mestre é ajustada a cada momento, removendo temporariamente o componente que está sendo testado. As correlações são, então, calculadas entre segmentos curtos da série e os segmentos correspondentes da série mestre ajustada. Para cada segmento, o programa verifica se a correlação é positiva e significativa; detecta medições em anos específicos que salientem os *outliers* estatísticos após filtragem e transformação, além de indicar a possível existência de anéis de crescimento falsos ou ausentes (HOLMES, 1983).

As séries de anéis de crescimento podem ser pensadas como a agregação de vários sinais¹⁰ que se tornam efetivamente sinais ou ruído, apenas no contexto específico da aplicação de um teste de hipótese particular. Sendo assim, o problema da extração de sinais no domínio da investigação com anéis de crescimento está essencialmente relacionado com a separação da largura observada dos anéis, em um número finito de sinais que representa a soma da influência do ambiente no crescimento das árvores (COOK *et al.*, 1990).

Para fornecer uma estrutura conceitual do problema da extração do sinal, COOK (1987) apresentou um modelo que considera a série de anéis como um agregado linear de várias subséries não observadas. Este agregado de séries pode ser expresso como:

$$R_t = A_t + C_t + \delta D1_t + \delta D2_t + E_t$$

¹⁰ O sinal é definido em um sentido hipotético, como a informação obtida a partir dos anéis de crescimento que é relevante para o estudo de um problema particular. No entanto, o ruído é definido como a informação não relevante para o problema em estudo.

onde: R_t = séries de anéis de crescimento observadas;

A_t = a tendência da largura dos anéis de crescimento relativa ao tamanho e a idade das árvores;

C_t = o sinal climático relacionado com o ambiente;

$D1_t$ = os distúrbios causados por perturbações endógenas;

$D2_t$ = os distúrbios causados por perturbações exógenas comuns à população;

E_t = a variabilidade ano a ano não relacionada com os demais fatores;

δ = o indicador binário relacionado com a presença ou ausência (1; 0);

t = função do ano relacionado com cada fator (t).

Faz-se necessário estimar e remover as tendências de crescimento nos anéis visando expandir os sinais de interesse, tarefa realizada mediante um procedimento chamado padronização.

Para estimar e remover a tendência relativa ao crescimento (G_t) nas séries de anéis utilizou-se o procedimento de uniformização ou padronização, o qual significa obter uma curva média representativa de árvores de diferentes idades, padronizando as curvas de árvores individuais com relação a uma linha de tendência ajustada e, em seguida, a média dos valores padronizados chamados índices de anéis de crescimento. Então, a maior taxa de crescimento na fase juvenil é reduzida para conciliar com a menor taxa de crescimento na maturidade e na senilidade. Assumindo que estas tendências são funções do tamanho e da idade das árvores e das perturbações endógenas e exógenas, conforme modelo a seguir:

$$G_t = f(A_t, \delta D1_t, \delta D2_t)$$

onde: a tendência de crescimento estimada G_t é uma função apenas da idade A_t , e das perturbações estocásticas da tendência da idade, $\delta D1_t$ e $\delta D2_t$. O δ novamente significa indicador binário relacionado com a presença (=1) ou ausência (=0), desses distúrbios causados por perturbações endógenas e exógenas.

Obtenção de cronologias médias de índices de crescimento por local

Depois de as amostras terem sido submetidas ao COFECHA, foram analisadas com o programa CRONOL 6.00P (COOK e HOLMES, 1986), a partir do qual são

geradas as cronologias de anéis de crescimento. O programa filtra cada série individual eliminando a tendência de crescimento de longo prazo relacionada com um aumento de tamanho e idade da árvore. Além disso, CRONOL elimina todas as diferenças de crescimento devido a variações nas condições fisiológicas e microecológicas entre as árvores.

No processo de eliminação da tendência, cada curva de crescimento é ajustada com algum tipo de função (quadrática, polinomial, logarítmica ou *spline*), cuja eleição depende da estrutura original da série de medições. Assim, os índices de crescimento são calculados para cada ano, como o quociente entre o valor medido e o valor da série ajustada para o mesmo ano. As séries de índices resultantes de anéis de crescimento padronizados apresentam um valor médio de 1.0, que é estacionário ao longo de toda a série. Com os índices obtidos para cada raio, de todas as árvores em estudo, obtêm-se médias anuais com as quais é possível de se construir a cronologia média de índices de crescimento para um local em particular. Para minimizar a influência de valores extremos (*outliers*) na derivação da cronologia média foi utilizado o método da média robusta (COOK e HOLMES, 1986).

3.4.9 Crescimento radial das espécies

Com os valores de largura dos anéis de crescimento anuais das árvores das sete espécies, procedeu-se ao estudo do crescimento em diâmetro do tronco à altura do peito, da altura total e do incremento médio anual das árvores, relacionando esses indicadores com o fator idade.

Para as comparações entre as médias das variáveis de crescimento de *S. commersoniana*, altura total, idade, diâmetro à altura do peito sem casca, diâmetro e altura de copa, para as diferentes condições de uso da encosta, feições geomórficas e sub-bacias utilizou-se a ferramenta o teste t. Considerou-se a "P ($T \leq t$) bicaudal", que fornece a probabilidade de detectar um valor t maior, em valor absoluto, do que t; com um valor crítico P bicaudal $\alpha = 0,05$. Ainda, foi utilizado o teste t para variâncias iguais e para tal realizou-se o teste de Bartlett para a comprovação da homogeneidade das variâncias (HAIR *et al.*, 2005).

3.4.10 Análise de crescimento de *S. commersoniana* com relação ao solo, sub-bacia, condições geomórficas e uso da encosta

Para definir as relações entre as variáveis físicas e químicas do solo e as variáveis de crescimento do branquilha recorreu-se a técnicas de análise multivariada, de classificação e de ordenação. As técnicas de classificação agrupam amostras que têm propriedades em comum, enquanto as técnicas de ordenação dispõem as amostras ao longo de eixos de variação contínua (MATTEUCCI e COLMA, 1982). Na prática, KENT e COKER (1992) consideram que ordenação e classificação são métodos complementares que podem ser aplicados sequencialmente ao mesmo conjunto de dados, gerando uma interpretação mais robusta. No presente trabalho considerou-se tal possibilidade, utilizando-se inicialmente análises de ordenação – fatorial e de componentes principais (PCA – *Principal Components Analysis*) para depois, e em função do gradiente resultante, realizar uma análise direta de gradiente chamada análise de redundância (RDA – *Redundancy Analysis*).

Definição das variáveis latentes a partir da análise fatorial

Em um primeiro momento procurou-se determinar se a informação das *variáveis* – *resposta* poderia ser condensada ou resumida em um conjunto menor de fatores ou componentes. Dessa forma, utilizando as sete variáveis de crescimento de *S. commersoniana*, fez-se uma análise fatorial para examinar os padrões ou relações latentes para todas as variáveis.

As técnicas fatoriais podem atingir seus objetivos a partir de uma perspectiva exploratória ou confirmatória. Sob a perspectiva exploratória ou não-confirmatória, escolhida neste caso, considera-se na análise toda a informação que os dados fornecem e não se estabelece restrições *a priori* sobre a estimativa de componentes a serem extraídos (HAIR *et al.*, 2005).

Para se escolher a análise de ordenação foi checado o tamanho do gradiente, mediante uma análise discriminante – DCA (Discriminant Component Analysis), com programa CANOCO for Windows 4,5; quando o gradiente foi superior a 4.0 utilizou-se os métodos unimodais e quando foi inferior os métodos lineares, conforme recomendado por LEPS e SMILAUER (2003).

Os autovalores foram calculados segundo a função abaixo, utilizando o programa STATGRAPHICS, como a proporção (%) do autovalor da componente principal em relação à soma de todos os autovalores (McCUNE e GRACE, 2002):

$$|A - \lambda.I| = 0$$

onde: A = matriz de correlação;
I = matriz identidade
 λ = autovalor

Na análise fatorial (PCA) foi considerado o critério da percentagem de variância, abordagem que se baseia na conquista de um percentual cumulativo especificado da variância total extraída por fatores sucessivos. Para ciências naturais implica que o procedimento de obtenção de fatores não deveria ser parado até os fatores extraídos explicarem pelo menos 95% da variância ou até o último fator explicar apenas uma pequena parcela – menos de 5%, e para se interpretar as variáveis latentes foi efetuada uma rotação dos eixos, do tipo varimax (JOHNSON e WISCHERN, 1998).

3.4.11 Análise de crescimento de *S. commersoniana* antes e depois do plantio florestal na encosta

Com o auxílio da análise de variância, a partir das curvas máster geradas pelo programa CRONOL para *Sebastiania commersoniana* para cada parcela (oito curvas), foi testada a influência sobre a variação no crescimento da espécie na floresta aluvial em função do uso diferencial da encosta, campo com pastagem versus plantio florestal com *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp.

Para as análises consideraram-se três condições: maior amplitude possível de idades dos branquinhos em todas as parcelas; curvas máster construídas com o maior número de raios (amostras) dentro do período comum considerado; e para definir o período depois do plantio florestal, encostas cujos plantios apresentassem idades maiores que cinco anos. A faixa de tempo que melhor expressou essas três condições foi o período entre 1984 até 2007 (24 anos). Esse período, por sua vez, foi dividido em dois segmentos de 12 anos, o primeiro de 1984 até 1995, considerado como pré-plantio florestal¹¹, e o segundo de 1996 até 2007, dito como pós-plantio florestal.

¹¹ A Lei Florestal no Uruguai foi sancionada em 1987 e regulamentada em 1989. Portanto, somente a partir de 1994 – 95 é que havia plantios na região com idades superiores a cinco anos.

Análise pré-plantio florestal

Procurando definir uma linha de base ou condição testemunha, realizou-se uma análise de variância para a condição pré-plantio na encosta, ou seja, antes do impacto, considerando o conceito de BACI - *before after control impact*¹² (GREEN, 1979 citado por LEPS e SMILAUER, 2002).

Análise pós-plantio florestal

Como período pós-plantio foi considerado entre os anos 1996 e 2007. Sendo comparado o uso da encosta com plantio de *Pinus* e *Eucalyptus* maiores que cinco anos com encostas somente com campo natural, através da análise de variância.

Análise conjunta pré-plantio e pós-plantio florestal

Finalmente, compararam-se os índices de *S. commersonia* das unidades amostrais cuja encosta originalmente era campo antes e depois do impacto, ou seja, 1984 – 1995 vs 1996 – 2007; realizou-se o mesmo procedimento com os índices das parcelas com encostas com plantio de *Pinus* e *Eucalyptus* para o mesmo período 1984 – 1995 vs 1996 – 2007, também através da análise de variância.

¹² BACI: controle antes e depois do impacto.

Os resultados são apresentados, primeiramente, reportando à florística das duas sub-bacias e, na sequência, às comparações fitossociológicas das espécies arbóreas entre feições geomórficas – barra e interbarra, e entre as sub-bacias – Paso Vargas e Platón. São apresentadas as análises das variáveis de crescimento relacionadas com a idade para as sete espécies consideradas neste estudo.

Os resultados do crescimento correlacionando com variáveis ambientais de temperatura, precipitação e solos, assim como a comparação das variáveis de crescimento entre feições geomórficas, sub-bacias e uso da encosta serão apresentados unicamente para *Sebastiania commersoniana*, espécie que foi mais fortemente amostrada, sendo possível, portanto, tais comparações com o auxílio da aplicação de procedimentos dendrocronológicos.

4.1 FLORÍSTICA

As espécies lenhosas encontradas neste estudo estão listadas na tabela 5, indicando a presença por sub-bacia, por feição geomórfica, assim como o grupo ecológico a que pertencem, em ordem de família botânica. Os resultados mostram 44 espécies botânicas identificadas, distribuídas em 25 famílias, das quais três espécies são exóticas.

De todas as famílias botânicas representadas nesses ambientes, Lauraceae, Myrtaceae e Solanaceae foram as que apresentaram a maior riqueza específica, quatro cada uma, na sequência destacam-se, Euphorbiaceae, Salicaceae e Sapindaceae, com três, Anacardiaceae, Bignoniaceae e Fabaceae, com duas espécies nativas. As demais famílias ocorreram com uma espécie. Duas famílias estiveram representadas apenas por espécies exóticas: Caprifoliaceae e Oleaceae, com *Lonicera japonica* Thunb. Ex Murray e *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton, respectivamente. Há uma terceira espécie exótica invasora, *Gleditsia triacanthos* L., pertencente à Fabaceae (Tabela 5).

No Uruguai existem diversas espécies alóctones que têm se naturalizado e convertido em invasoras. Dentre as que se encontram nas florestas ribeirinhas estão *Gleditsia triacanthos* – espina-corona, *Ligustrum lucidum* – ligustro, *Lonicera japonica* – madreselva, *Melia azedarach* L. – paraíso, *Acer negundo* L. – arce, *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall – fresnos e *Morus alba* L. – morera. Essa condição tem sua origem por volta da primeira metade do século XX,

quando se promoveu o plantio de árvores exóticas em razão do maior valor da sua madeira e à rapidez de crescimento em comparação às autóctones. Achava-se ainda que os solos de aptidão florestal fossem aqueles onde naturalmente cresciam árvores, portanto, entendia-se que plantar árvores exóticas dentro da floresta nativa era um processo que contribuiria para a melhora de sua qualidade, fato que, atualmente, se reconhece como uma prática inadequada (BRUSSA e GRELA, 2007; BRUSSA, 2002 *apud* BRUSSA e GRELA, 2007).

Históricamente, a maioria das florestas de Rivera e Tacuarembó não têm sido afetadas de forma significativa pela invasão de espécies exóticas, porém nos últimos trinta anos esse processo vem se intensificado, gerando cada vez mais preocupação às autoridades encarregadas da conservação dos ecossistemas naturais na região. Contudo, reportam-se como de alto potencial invasor, para diversos países, algumas espécies que são utilizadas para plantios florestais na região, dentre elas, *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus grandis*. Salienta-se, também, sobre a necessidade de exercer um estrito controle para evitar que essas espécies se tornem em espécies naturalizadas e invasoras em diversos ambientes naturais (BRUSSA e GRELA, 2007).

A família botânica Lauraceae apresentou espécies cujos indivíduos são os mais conspicuos na floresta, localizando-se geralmente no dossel – *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Ocotea acutifolia*, *Ocotea puberula* (Rich.) Nees e *Ocotea pulchella*. Já Solanaceae caracterizou-se por apresentar espécimes arbustivos e uma trepadeira, *Cestrum euanthes* Schltdl., *Cestrum parqui* L'Hér., *Cestrum strigillatum* Ruiz & Pav. e *Solanum laxum* Spreng., presentes na borda da formação florestal e no sub-bosque (Tabela 5).

A família Myrtaceae esteve representada por espécies perenifólias e semidecíduas – *Blepharocalyx salicifolius*, *Eugenia uniflora* L., *Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand e *Myrrhinium atropurpureum* var. *octandrum* Benth., enquanto que a família Euphorbiaceae por espécies decíduas – *Sebastiania commersoniana*, *Sebastiania brasiliensis* Spreng. e *Manihot grahamii* Hook (Tabela 5).

As duas espécies pertencentes à família Anacardiaceae, *Lithraea molleoides* Engl. e *Schinus longifolia* (Lindl.) Speg., são perenifólias, sendo que a primeira se distribui nas florestas do norte do Uruguai, exibindo no dossel exemplares de grande porte e constituindo-se em uma das espécies com capacidade de avanço sobre o campo;

a segunda também pode atingir grande porte em ambientes propícios, apresentando ainda grande plasticidade ecológica, adaptando-se a ambientes secos e distribuída por todo o território.

Tabela 5 Florística das espécies arbóreas, arbustivas e trepadeiras lenhosas por família botânica mostrando a presença por feição geomórfica – barra (B) e interbarra (IB), sub-bacia – Paso Vargas (PV) e Platón (P), e o seu respectivo grupo ecológico – pioneiras (P), clímax exigente em luz (CL) e clímax tolerante à sombra (CS).

Família	Espécie	Grupo ecológico	B	IB	PV	P
ANACARDIACEAE	1 <i>Lithraea molleoides</i> Engl.	P				
	2 <i>Schinus longifolia</i> (Lindl.) Speg.	P				
BIGNONIACEAE	3 <i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A.H. Gentry	P				
	4 <i>Clytostoma callistegioides</i> (Cham.) Bureau ex Griseb.	P				
CANNABACEAE	5 <i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	P				
CAPRIFOLIACEAE	6 <i>Lonicera japonica</i> Thunb. ex Murray *	P				
CELASTRACEAE	7 <i>Maytenus ilicifolia</i> (Schrad.) Planch.	P				
ERYTHROXYLACEAE	8 <i>Erythroxylum myrsinites</i> Mart.	CS				
EUPHORBIACEAE	9 <i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	CS				
	10 <i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	P				
	11 <i>Manihot grahamii</i> Hook.	P				
FABACEAE	12 <i>Calliandra tweediei</i> Benth.	CS				
	13 <i>Erythrina crista-galli</i> L.	P				
	14 <i>Gleditsia triacanthos</i> L. *	P				
LAURACEAE	15 <i>Ocotea acutifolia</i> (Nees) Mez	P				
	16 <i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	P				
	17 <i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	P				
	18 <i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	CL				
MALVACEAE	19 <i>Abutilon</i> sp. Mill.	CS				
MYRSINACEAE	20 <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	P				
MYRTACEAE	21 <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	CL				
	22 <i>Eugenia uniflora</i> L.	CS				
	23 <i>Myrrhinium atropurpureum</i> var. <i>octandrum</i> Benth.	CL				
	24 <i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	CL				
OLEACEAE	25 <i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton *	P				
QUILLAJACEAE	26 <i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St.-Hil. & Tul.) Mart.	CL				
RHAMNACEAE	27 <i>Scutia buxifolia</i> Reissek	CL				
SALICACEAE	28 <i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler	CL				
	29 <i>Salix humboldtiana</i> Willd.	P				
	30 <i>Xylosma schroederi</i> Sleumer ex Herter	P				
SAPINDACEAE	31 <i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	CS				
	32 <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	CL				
	33 <i>Allophylus guaraniticus</i> Radlk.	CS				
SAPOTACEAE	34 <i>Pouteria salicifolia</i> (Spreng.) Radlk.	P				
SMILACACEAE	35 <i>Smilax campestris</i> Griseb.	P				
SOLANACEAE	36 <i>Cestrum euanthes</i> Schtdl.	P				
	37 <i>Cestrum strigillatum</i> Ruiz & Pav.	P				
	38 <i>Cestrum parqui</i> L'Hér.	P				
	39 <i>Solanum laxum</i> Spreng.	P				
	40 <i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	P				
THYMELAEACEAE	41 <i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	CS				
VERBENACEAE	42 <i>Verbena</i> sp. L.	P				
	43 <i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke	CL				
VITACEAE	44 <i>Cissus striata</i> Ruiz & Pav.	CS				
Totais	44		39	27	38	28

* Espécie exótica invasora.

A família Bignoniaceae encontrou-se representada por duas trepadeiras lenhosas, *Clytostoma callistegioides* (Cham.) Bureau ex Griseb e *Macfadyena unguis-*

cati (L.) A.H. Gentry., que geralmente atingem o dossel, tendo as árvores como suporte. A família Fabaceae esteve representada por duas espécies nativas e uma exótica. *Calliandra tweediei* Benth é uma espécie perenifólia, arbustiva, característica do estrato oligofótico das florestas do norte e leste do território uruguaio; *Erythrina crista-galli* L., espécie de folhagem decídua, característica das florestas ribeirinhas e paludosas do país. As demais espécies podem ser observadas na tabela 5.

O tipo vegetacional, nas sub-bacias estudadas, corresponde a uma formação florestal aluvial designada no Uruguai como *bosque ribereño* ou *bosque de galeria*. Essas expressões são absolutamente idênticas às utilizadas no Brasil, tal como recomenda RODRIGUES (2000) quando faz uma discussão nomenclatural a respeito das florestas aluviais, sugerindo que o termo floresta de galeria deveria ser usado para a designação genérica das formações florestais ribeirinhas, em regiões onde a vegetação do interflúvio não é de floresta contínua, como nos campos, dentre outras situações. Dada a sua proximidade à cuesta basáltica (menos de 1 Km), onde se desenvolvem as Florestas de Quebrada, a florística das sub-bacias possui influencia dessas áreas a montante.

São espécies destacadas da Floresta de Quebrada, as quais constituem refúgios de espécies de origem tropical e subtropical no seu limite sul de distribuição, *Erythroxylum myrsinites*, *Cestrum strigilatum*, *Cestrum euanthes*, *Ocotea acutifolia*, *Ocotea puberula*, *Ocotea pulchella*, *Myrcianthes pungens*, *Nectandra megapotamica*, *Cupania vernalis*, *Luehea divaricata* Mart., *Allophylus edulis* e *Sebastiania commersoniana* (ALONSO PAZ e BASSAGODA, 2002; BONIFACINO *et al.*, 1998; GRELA e ROMERO, 1996).

No entanto, as florestas de galeria no nordeste do Uruguai se caracterizam por espécies que se distribuem em faixas paralelas ao curso d'água de acordo com os seus requerimentos hídricos. Nas margens em contato com a água se estabelecem espécies como *Salix humboldtiana*, *Cephalanthus glabratus* (Spreng.) K. Schum., *Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll. Arg., *Sebastiania commersoniana*, *Pouteria salicifolia* (Spreng.) Radlk. e *Erythrina crista-galli* L.; em zonas mais frequentemente livres de água e menos úmidas, áreas méxicas, ocorrem *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Luehea divaricata*, *Myrcianthes cisplatensis* (Cambess.) O. Berg., *Myrceugenia glaucescens* (Cambess.) D. Legrand & Kausel, *Myrsine laetevirens* (Mez) Arechav., *Nectandra megapotamica*, *Ocotea acutifolia*, *Ocotea pulchella*, *Sebastiania*

commersoniana, *Scutia buxifolia*, dentre outras. Por outro lado, no limite com os campos ocorrem espécies xerófilas como *Celtis tala*, *Scutia buxifolia*, *Schinus longifolia*, *Berberis laurina*, *Lithraea molleoides*, *Quillaja brasiliensis*, dentre outras (BRUSSA e GRELA, 2007).

Confrontando a florística das sub-bacias com as espécies que normalmente estão documentadas como sendo comuns às florestas ribeirinhas e de quebrada no Uruguai, verifica-se que no presente caso há influência de ambas. Destaca-se a ausência da maioria das espécies exclusivamente hidrófilas, características da floresta ribeirinha, em função do caudal com insuficiente volume e energia para erodir o arenito, depositar sedimentos nas margens e gerar as condições geomórficas clássicas de floresta ribeirinha. Em razão disso, a presença de lauráceas, mirtáceas e solanáceas características das quebradas atesta a influência dessa formação na florística de ambas as sub-bacias. Relativo a isso, RODRIGUES (2000) menciona que a florística das áreas ribeirinhas no Brasil é influenciada pelos tipos vegetacionais do entorno de origem, dada sua condição de corredor de interligação de regiões fitoecológicas e pelo seu importante papel de refúgio, passado e presente. Sem dúvida as funções descritas podem ser assumidas para as condições da região, reafirmando com os resultados as colocações do autor.

Considerando as espécies por grupo ecológico (Tabela 5), tem-se predomínio das pioneiras, com 27 espécies (61%), seguidas das clímax exigentes em luz, com 9 espécies (20%), e das climax tolerantes à sombra, com 8 espécies (18%). São exemplos de pioneiras *Lithraea molleoides*, *Schinus longifolia*, *Sebastiania commersoniana*, *Ocotea acutifolia*, *O. pulchella*, *O. puberula*, *Styrax leprosus*, *Erythrina crista-galli*, *Pouteria salicifolia*, *Manihot grahamii*, *Celtis iguanaea* e *Salix humboldtiana*.

As espécies do gênero *Ocotea* são heliófilas, de rápido crescimento, atingindo habitualmente o dossel da floresta. *Ocotea acutifolia* tem sido observada junto com *Salix humboldtiana* colonizando as superfícies de agradação na sub-bacia Paso Vargas, na borda de formações florestais juntamente com *Lithraea molleoides*, *Schinus longifolia*, ou em campo aberto, crescendo de forma isolada, sendo uma das poucas espécies com capacidade de competir com as gramíneas em campo nativo.

A sub-bacia Paso Vargas apresentou 38 espécies e Platón 28. Dentre as espécies exclusivas da sub-bacia Paso Vargas estão as três espécies exóticas mencionadas, lembrando que esta sub-bacia encontra-se somente a 13 Km da cidade,

onde a ação antrópica tem sido mais intensa do que em Platón, distante 22 Km da cidade.

Quando comparadas as feições geomórficas, verifica-se que na barra ocorreram 39 espécies e na interbarra 27. Conectando esta informação com a das sub-bacias, vê-se que das 16 espécies exclusivas de Paso Vargas, 11 ocorreram na barra e mantiveram a mesma proporção entre os grupos ecológicos (P, CL e CS), indicando que esta feição apresenta condições mais propícias para o desenvolvimento de espécies dos três grupos ecológicos, inclusive das exóticas.

4.2 ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA COMPARATIVA

4.2.1 Comparação entre sub-bacias

Estimativa dos parâmetros fitossociológicos

Os parâmetros fitossociológicos foram obtidos de maneira expedita. Para isso, foram avaliados 800 m² em parcelas distribuídas nas duas sub-bacias, 400 m² em cada uma, registrando-se 174 indivíduos arbóreos (DAP \geq 3 cm), resultando em 2.575 ind./ha em Paso Vargas e 2.250 ind./ha em Platón.

Apesar da pouca diferença quanto à densidade de indivíduos, Platón apresentou 136 m²/ha de área basal e Paso Vargas somente 45 m²/ha. A presença de árvores mortas em Platón representa uma dominância importante, da ordem de 27 m²/ha, ainda assim, Paso Vargas continua sendo amplamente superada na estimativa deste parâmetro (Tabela 6).

Uma possível explicação para a diferença em dominância entre sub-bacias poderia estar dada pela idade das árvores, sendo em média, mais antigas em Platón; indicadores esses que serão apresentados em seções posteriores neste trabalho; assim como também o caráter expedito da amostragem. Concomitantemente, a idade das árvores estaria provavelmente relacionada com o grau de antropismo a que se encontram sujeitas essas áreas, havendo dois fatores que indicam prevalência deste último em Paso Vargas. O primeiro é a proximidade com a cidade de Rivera (13 Km), além da existência de uma área de recreação à beira da estrada, utilizada tradicionalmente pelo público local como acampamento; e a segunda, a presença de pequenas estrebarias e chácaras que indubitavelmente utilizam a floresta como fonte de energia. Estes dois fatores estão ausentes em Platón, já que ali o uso da terra é com

pecuária extensiva e com povoamentos florestais, atividades que não requerem praticamente nenhum uso do recurso florestal nativo, somada à relativa maior distância da cidade (22 Km).

Nos dois locais houve uma visível prevalência de *Ocotea acutifolia* – canela ou laurel-negro, com valores muito similares de percentagem de importância, 16% em Paso Vargas e 17% em Platón, como se pode verificar na tabela 6. Da mesma forma, na figura 14 observa-se que essa prevalência foi determinada pela dominância, ou seja, árvores de grande porte quando comparadas às outras espécies. Em Platón foram encontrados exemplares de 57 cm, 67 cm e 97 cm de DAP, atingindo 44 m²/ha. No entanto, em Paso Vargas, a mesma espécie não superou os 35 cm de DAP, com 12 m²/ha (relativo aos indivíduos amostrados).

A distribuição da percentagem de importância é diferente nas sub-bacias, a exceção da convergência com relação a *Ocotea acutifolia*. Em Paso Vargas, a densidade é o parâmetro mais importante para *Eugenia uniflora* – pitanga, a dominância para *Scutia buxifolia* – coronilha e *Allophylus edulis* – vacum, a frequência para *Styrax leprusus* – carne-de-vaca, sendo *Sebastiania commersoniana* – branquilha e *Blepharocalyx salicifolius* – murta as espécies que apresentam maior equilíbrio entre os valores dos três parâmetros comparativamente às outras espécies, mesmo que o número de árvores por hectare apresente um leve destaque relativo.

Em Platón, apareceu em segunda posição de percentagem de importância *Pouteria salicifolia* – mata-olho, verificando-se, na figura 15, que a dominância foi o parâmetro relevante, seguido da densidade. Na sequência tem-se *S. commersoniana*, *Calliandra tweediei* e *Styrax leprosus*, onde houve influência tanto da frequência quanto da densidade. Para *Ocotea pulchella* – canela-lageana, a dominância foi o parâmetro mais significativo, já que se caracterizou por apresentar poucos exemplares, porém de grande porte, sendo muitas vezes as árvores de maiores dimensões da floresta, principalmente em altura e área de copa (Tabela 6 – 2.027 m²/ha).

O coeficiente de correlação entre área de copa e a área basal resultou alto ($r = 0,81 - P 0,0004$), tendência que pode ser observada na tabela 6, existindo, entretanto, exceções de dois tipos: árvores de copa pequena e área transversal grande e outras com copa ampla e pouca área transversal. Como exemplo da primeira situação está *S. commersoniana* – branquilha, *B. salicifolius* – murta, *A. edulis* – vacum e *P. salicifolius* – sarandi-mata-olho, espécies típicas estabelecidas em ambientes com elevada

fluidalidade do substrato no período invernal, durante o qual, na região, há um excesso de água no solo. Uma copa leve confere menor peso à árvore, inclusive uma copa pequena e decídua como no caso do branquilha e do vacuum confluem em adaptações de grande eficiência para as condições do ambiente ribeirinho.

Tabela 6 Estimativa dos parâmetros fitossociológicos para as duas sub-bacias, Paso Vargas e Platón, apresentados em ordem decrescente segundo a percentagem de importância, incluindo os seus componentes na forma relativa, assim como a superfície de copa e a área basal ao DAP, por espécie.

N Espécie	Densidade relativa (%)	Dominância relativa (%)	Frequência relativa (%)	Percentagem de importância (%)	Área de copa (m ² /ha)	Área basal (m ² /ha)
PASO VARGAS						
1 <i>Ocotea acutifolia</i>	13	27	9	16,1	7.613	12,1
2 <i>Eugenia uniflora</i>	23	12	12	15,5	5.544	5,2
3 <i>Scutia buxifolia</i>	14	18	12	14,4	3.067	8,1
4 <i>Sebastiania commersoniana</i>	13	10	9	10,5	168	4,5
5 <i>Styrax leprosus</i>	8	5	12	8,3	2.027	2,4
6 <i>Blepharocalyx salicifolius</i>	5	6	9	6,4	95	2,5
7 <i>Allophylus edulis</i>	3	6	6	4,8	1.198	2,5
8 <i>Calliandra tweediei</i>	6	1	6	4,3	1.473	0,6
9 <i>Pouteria salicifolia</i>	2	6	3	3,7	1.453	2,8
10 <i>Lithraea molleoides</i>	1	4	3	2,5	2.376	1,6
11 <i>Xylosma schroederi</i>	1	2	3	2,0	491	0,9
12 <i>Nectandra megapotamica</i>	1	2	3	1,8	314	0,7
13 <i>Sebastiania brasiliensis</i>	2	0	3	1,7	569	0,1
14 <i>Schinus longifolia</i>	1	1	3	1,5	707	0,3
Arvores mortas	9	2	9	6,4	-	0,7
PLATÓN						
1 <i>Ocotea acutifolia</i>	11	32	8	17,1	13.690	43,60
2 <i>Pouteria salicifolia</i>	17	27	5	16,3	7.127	36,46
3 <i>Sebastiania commersoniana</i>	12	3	11	8,7	1.767	4,24
4 <i>Calliandra tweediei</i>	12	3	11	8,6	4.236	3,64
5 <i>Styrax leprosus</i>	8	1	11	6,4	756	0,74
6 <i>Ocotea pulchella</i>	2	9	5	5,7	2.847	12,94
7 <i>Eugenia uniflora</i>	3	0	8	3,9	471	0,52
8 <i>Sebastiania brasiliensis</i>	6	1	5	3,9	648	0,98
9 <i>Lithraea molleoides</i>	3	2	5	3,7	1.532	3,20
10 <i>Allophylus edulis</i>	4	1	5	3,5	825	0,83
11 <i>Cestrum parqui</i>	3	1	3	2,3	108	1,02
12 <i>Matayba elaeagnoides</i>	2	1	3	1,8	393	0,74
13 <i>Xylosma tweediana</i>	2	0	3	1,7	157	0,24
14 <i>Cestrum euanthes</i>	1	0	3	1,4	20	0,44
15 <i>Myrrhimum atropurpureum</i> var. <i>octandrum</i>	1	0	3	1,3	123	0,06
Arvores mortas	11	20	11	13,8	-	26,72

Em outro sentido, e como exemplo da segunda exceção, está *C. tweediei* – topete-de-cardeal e *E. uniflora* – pitangueira, espécies típicas do estrato inferior da floresta, onde a possibilidade de captar a luz é crucial, e uma copa ampla e esparsa no sentido horizontal habilita à planta a se apoderar da pouca luminosidade que passa a través do dossel, atingindo o estrato oligifotico onde se posiciona.

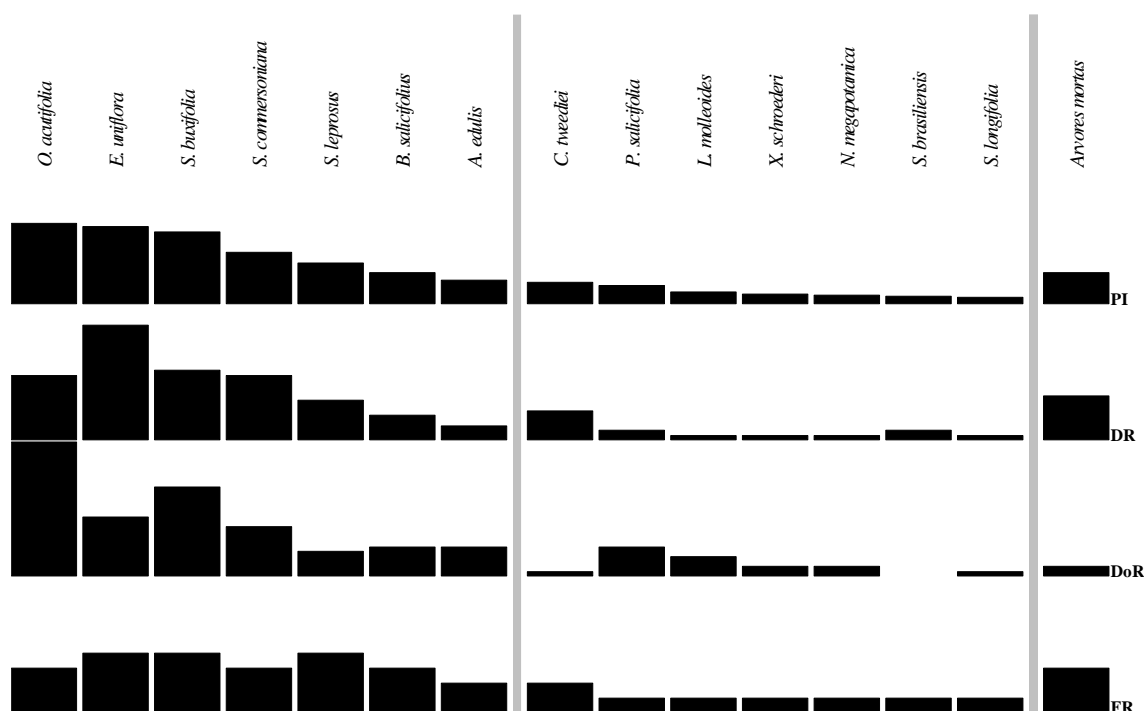


Figura 14 Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente para a sub-bacia Paso Vargas.

Foi registrada elevada percentagem de importância para as árvores mortas na sub-bacia Platón, da ordem de 13,7% (11% de densidade relativa). Esta categoria, em geral, nas avaliações fitossociológicas de florestas aluviais subtropicais está em torno de 3 a 10% (BARDDAL *et al.*, 2004; CORDEIRO e RODRIGUES, 2007). Inclusive LONGHI *et al.* (2008), estudando uma Floresta Estacional Semidecidual no Rio Grande do Sul, registraram 8,17% de indivíduos mortos na área, mencionando como um valor elevado, salientando que ultrapassou os valores de vários trabalhos por eles comparados, como BUDKE *et al.* (2004), DIAS *et al.* (1996) e LONGHI *et al.* (2000), os quais trabalharam com Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul. Dentre as possíveis causas da elevada percentagem de árvores mortas em Platón, uma poderia ser um efeito combinado do momento de tomada de dados coincidente com a morte de árvores de grandes dimensões, com madeira mais resistente à decomposição, mantendo-as em pé por muitos anos, ou até mesmo aliada a um período de mudança de estágio sucessional, onde indivíduos pioneiros longevos, já senescentes, estariam deixando o sistema.

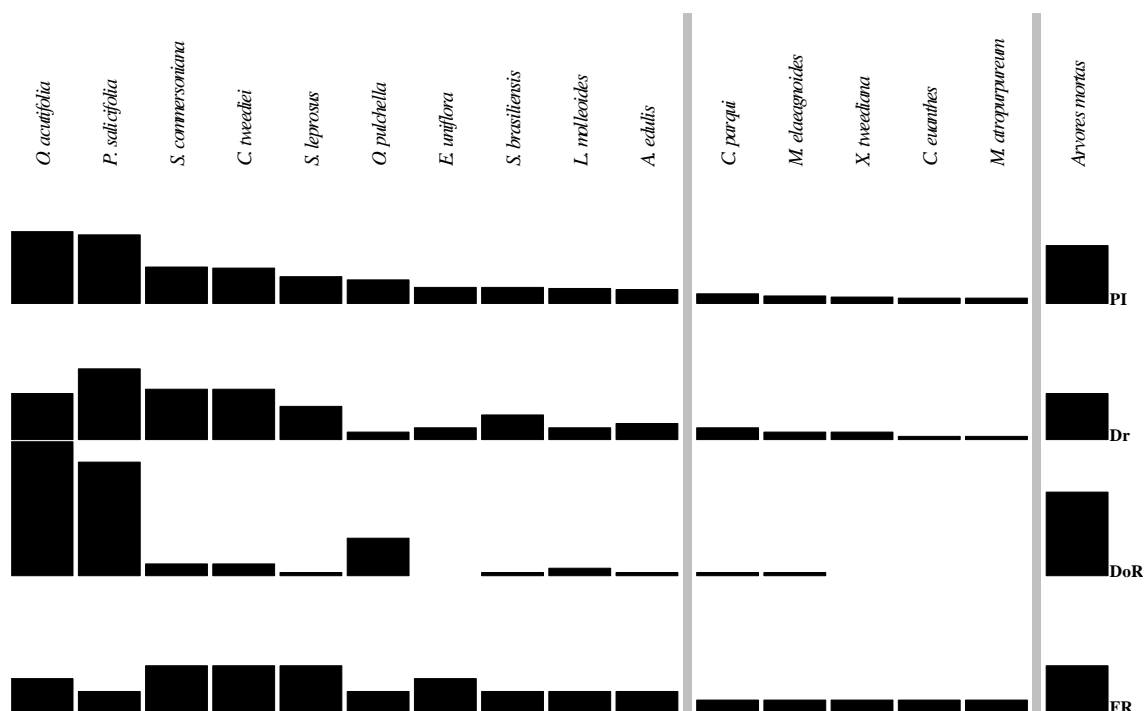


Figura 15 Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente para a sub-bacia Platón.

Finalmente, 75% da percentagem de importância em Paso Vargas se completa com sete espécies e em Platón com dez espécies. Nas figuras 14 e 15 isso pode ser observado com o artifício de um separador situado à direita da espécie que completa essa percentagem.

Similaridade, diversidade e abundância

Os diferentes índices enfatizam, em alguns casos, a riqueza de espécies com maior relevância para as pouco comuns, outros, a dominância, dando maior peso às espécies mais abundantes (MAGURRAN, 1988).

O índice de diversidade de Simpson se destaca entre os mais utilizados por levar em consideração tanto o padrão de abundância, quanto a riqueza de espécies. Ele é calculado obtendo-se para cada espécie a proporção de indivíduos em relação ao total da amostra. Como desejado, para uma dada riqueza o índice aumenta com a equabilidade e para uma dada equabilidade o índice aumenta com a riqueza (BEGON *et al.*, 2007).

Os três índices de diversidade utilizados foram coincidentes em mostrar que a sub-bacia Platón é mais diversa que Paso Vargas, como pode ser observado na tabela 7. Por outro lado, o índice de abundância é maior em Paso Vargas, justificado pela forma de cálculo do índice, que atribui um maior peso às espécies com maior densidade. Na forma gráfica isto pode ser observado no diagrama de abundância relativa (*rank-*

abundance diagram) da figura 16, onde foi plotado, em ordem decrescente, a densidade relativa das espécies para as duas sub-bacias, onde mais abundantes antecedem as mais raras. Nessa figura, destaca-se a existência de um maior número de espécies em Platón, e que em Paso Vargas, além de ter menor riqueza, tem um peso maior das mais abundantes, ou seja, proporcionalmente há mais indivíduos das espécies mais comuns do que em Platón.

Tabela 7 Comparação entre as duas sub-bacias, Paso Vargas e Platón, a partir dos índices de similaridade de Jaccard e de Sørensen (Czekanowski), de diversidade de Margalef, Shannon (H') e complemento Simpson (1-D), abundância de Berguer Parker e uniformidade de Pielou (J) e Simpson (E).

Índices / sub-bacias	Similaridade		Diversidade			Abundância	Equabilidade	
	Jaccard	Sørensen	Margalef	H'	(1-D)	Berguer Parker	J	E
Paso Vargas	45	62	2,86	2,19	0,87	0,26	0,83	0,50
Platón			3,19	2,41	0,90	0,19	0,89	0,61

Para confirmar essa distribuição comparativamente desigual das espécies entre as bacias, têm-se, na tabela 7, os índices de uniformidade de Pielou (J) e Simpson (E), mostrando justamente que Platón ($J = 0,89$ e $E = 0,61$) apresentou maior uniformidade que Paso Vargas ($J = 0,83$ e $E = 0,50$).

Os índices de similaridade de Jaccard e de Sørensen também informam que as sub-bacias, sob o ponto de vista florístico, são diferentes entre si (Tabela 7). Similaridades inferiores a 50 para Jaccard e 70 para Sørensen indicam que as comunidades são diferentes entre as unidades comparadas. No presente caso, os valores encontrados (45 e 62, respectivamente) estão muito próximos dos limites estabelecidos.

Independentemente da comparação entre as duas sub-bacias, elas apresentam um nível de diversidade média, segundo o índice de Shannon (2,19 nats/ind. em Paso Vargas e 2,41 nats/ind. em Platón), sendo relativamente similar a outras florestas da região. Neste sentido, LONGHI *et al.* (2007) trabalhando em um remanescente da Floresta Estacional Semidecidual em Montenegro, Rio Grande do Sul, obteve uma diversidade de $H' = 1,99$ nats/ind., com variação nas linhas amostrais entre 0,61 e 2,73 nats/ind., devido aos diferentes estados de alteração antrópica existente na floresta. Mencionam ainda que o valor de diversidade médio encontrado foi inferior aos verificados por VACCARO *et al.* (1999) em diferentes fases sucessionais de Floresta

Estacional Decidual em Santa Teresa, Rio Grande do Sul (2,91 nats/ind. em capoeirão, 2,75 nats/ind. em floresta secundária e 2,72 nats/ind. em floresta madura). Ainda LONGHI *et al.* (2000), em um fragmento de Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, Rio Grande do Sul, constataram uma diversidade de $H' = 3,2$ nats/ind. indicando uma distribuição mais uniforme do número de indivíduos em relação ao número de espécies quando comparado com LONGHI *et al.* (1999), onde o valor foi de $H' = 3,12$ nats/ind., também em uma outra comunidade arbórea de Floresta Estacional Decidual, no mesmo município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

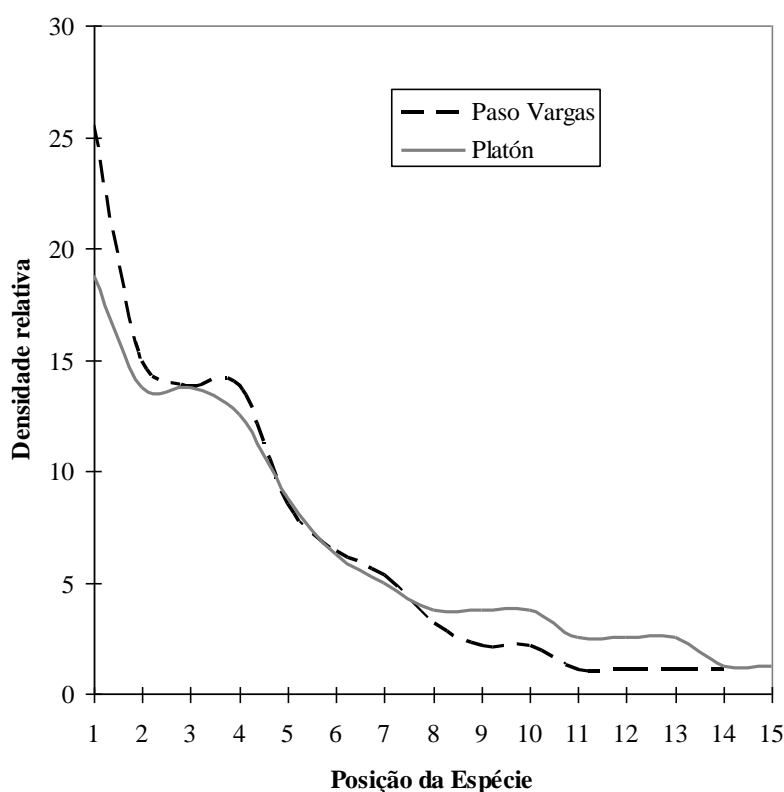


Figura 16 Diagrama de abundância relativa – *rank-abundance diagram* – para as duas sub-bacias, Paso Vargas e Platón, utilizando a densidade relativa das espécies, classificadas das mais abundantes para as mais raras.

JARENKOW e WAECHTER (2001) no Vale do Sol, Rio Grande do Sul, salientam que a composição específica de florestas estacionais no Estado é fortemente influenciada por dois contingentes florísticos diferentes, um coincidente com as florestas atlânticas do leste, e outro, com as florestas paranaense-uruguaiaias do oeste. Os autores estimaram uma diversidade específica de $H' = 2,24$ nats/ind., para a floresta de Vale do Sol, valor muito similar ao estimado para as sub-bacias do rio Tacuarembó.

Estudando um remanescente de floresta primária nas encostas orientais da Serra do Sudeste em Camaquã, JURINITZ e JARENKOW (2003) confirmaram que as florestas estacionais encontram-se fortemente reduzidas e fragmentadas, na Serra do Sudeste particularmente, e muito pouco se sabe sobre a estrutura de suas florestas. A diversidade específica (H') foi estimada em 3,204 nats/ind. ($J' = 0,757$), que, segundo os autores, constitui-se em um dos valores mais altos já registrados para as florestas estacionais no Rio Grande do Sul e no mesmo contexto de diversidade encontrado para a formação em outras regiões no Brasil.

Cabe salientar que, segundo MAGURRAN (1988), a melhor forma de utilizar os índices de diversidade é aplicando a técnica “*jack-knifing*” ou “pulo no cálculo”. Esta técnica permite a estimativa de praticamente qualquer estatística, assim como o seu aprimoramento. O atrativo do método consiste na possibilidade de se obter pseudovalores que se distribuem na forma normal e a sua média se constitui na melhor estimativa estatística, além de prover os limites de confiança para a mesma. Em geral, pode ser usado com os índices de Shannon e de Simpson, porém é necessário um amplo número de unidades amostrais. Neste trabalho, os índices foram calculados com uma amostragem expedita, servindo como embasamento para outras análises posteriores, impossibilitando a aplicação da *jack-knifing*. Ainda assim, não deve ser considerado caso, posteriormente, caiba a possibilidade de aumentar o tamanho amostral.

4.2.2 Comparação entre feições geomórficas

Estrutura fitossociológica

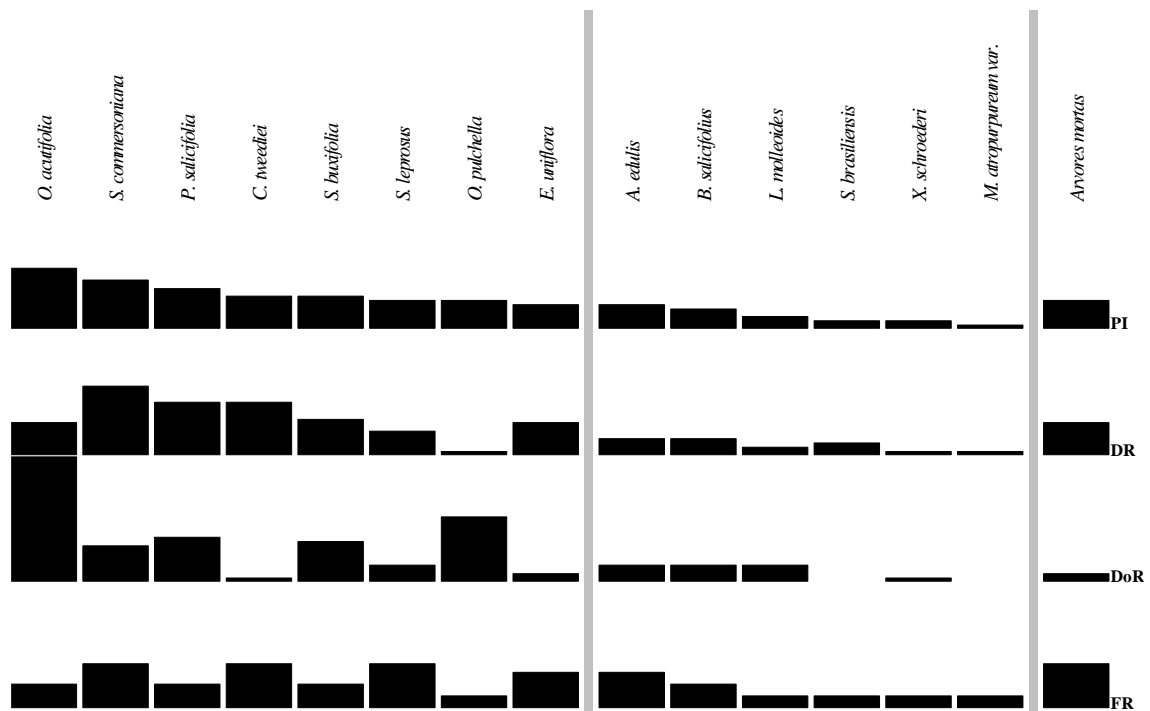
Quando comparadas as feições geomórficas utilizando a estimativa dos parâmetros fitossociológicos (Tabela 8), verifica-se que *Ocotea acutifolia* foi a espécie com maior percentagem de importância nas duas feições, com 15% na barra e 19% na interbarra, e que 75% da percentagem de importância se completa com oito espécies na barra e com onze na interbarra, tal como pode ser apreciado na figura 17, à esquerda do primeiro separador.

Tabela 8 Estimativa dos parâmetros fitossociológicos para as feições geomórficas, barra e interbarra, nas duas sub-bacias, apresentados em ordem decrescente segundo a percentagem de importância, incluindo os seus componentes na forma relativa, assim como a superfície de copa e a área basal ao DAP, por espécie.

N Espécie	Densidade relativa (%)	Dominância relativa (%)	Frequência relativa (%)	Percentagem de importância (%)	Área de copa (m ² /ha)	Área basal (m ² /ha)
BARRA						
1 <i>Ocotea acutifolia</i>	8	31	6	15	13.062	19,79
2 <i>Sebastiania commersoniana</i>	17	9	11	12	2.618	5,64
3 <i>Pouteria salicifolia</i>	13	11	6	10	6.342	7,38
4 <i>Calliandra tweediei</i>	13	1	11	8	3.956	0,83
5 <i>Scutia buxifolia</i>	9	10	6	8	1.211	6,19
6 <i>Styrax leprosus</i>	6	4	11	7	1.571	2,36
7 <i>Ocotea pulchella</i>	1	16	3	7	1.590	10,61
8 <i>Eugenia uniflora</i>	8	2	9	6	1.906	1,59
9 <i>Allophylus edulis</i>	4	4	9	6	1.374	2,74
10 <i>Blepharocalyx salicifolius</i>	4	4	6	5	1.895	2,44
11 <i>Lithraea molleoides</i>	2	4	3	3	1.453	2,64
12 <i>Sebastiania brasiliensis</i>	3	0	3	2	403	0,22
13 <i>Xylosma schroederi</i>	1	1	3	2	491	0,92
14 <i>Myrrhimum atropurpureum</i> var. <i>octandrum</i>	1	0	3	1	123	0,06
Arvores mortas	8	2	11	7	-	1,20
INTERBARRA						
1 <i>Ocotea acutifolia</i>	15	31	11	19	8.242	35,93
2 <i>Pouteria salicifolia</i>	5	27	3	12	2.238	31,84
3 <i>Eugenia uniflora</i>	19	4	11	11	4.109	4,15
4 <i>Styrax leprosus</i>	9	1	11	7	1.212	0,80
5 <i>Sebastiania commersoniana</i>	8	3	8	6	1.468	3,11
6 <i>Calliandra tweediei</i>	5	3	6	5	1.752	3,36
7 <i>Scutia buxifolia</i>	5	2	6	4	1.856	1,90
8 <i>Sebastiania brasiliensis</i>	4	1	6	3	815	0,87
9 <i>Lithraea molleoides</i>	2	2	6	3	2.454	2,15
10 <i>Cestrum parqui</i>	3	1	3	2	108	1,02
11 <i>Allophylus edulis</i>	3	1	3	2	648	0,60
12 <i>Ocotea pulchella</i>	1	2	3	2	1.257	2,34
13 <i>Matayba elaeagnoides</i>	2	1	3	2	393	0,74
14 <i>Xylosma tweediana</i>	2	0	3	2	157	0,24
15 <i>Nectandra megapotamica</i>	1	1	3	1	314	0,73
16 <i>Cestrum euanthes</i>	1	0	3	1	20	0,44
17 <i>Schinus longifolia</i>	1	0	3	1	707	0,27
18 <i>Blepharocalyx salicifolius</i>	1	0	3	1	20	0,04
Arvores mortas	11	22	8	14	-	26,22

Outra diferença notória foi o valor das espécies mortas extremamente elevado na interbarra (14%), fortemente influenciado pela dominância, e de certa forma coincidente com os valores encontrados no item anterior quando comparadas as sub-bacias, ou seja, a mortalidade na interbarra esteve intensamente afetada pelas características da sub-bacia, fato que provavelmente esteja mascarando o efeito das condições geomórficas diferenciais.

BARRA



INTERBARRA

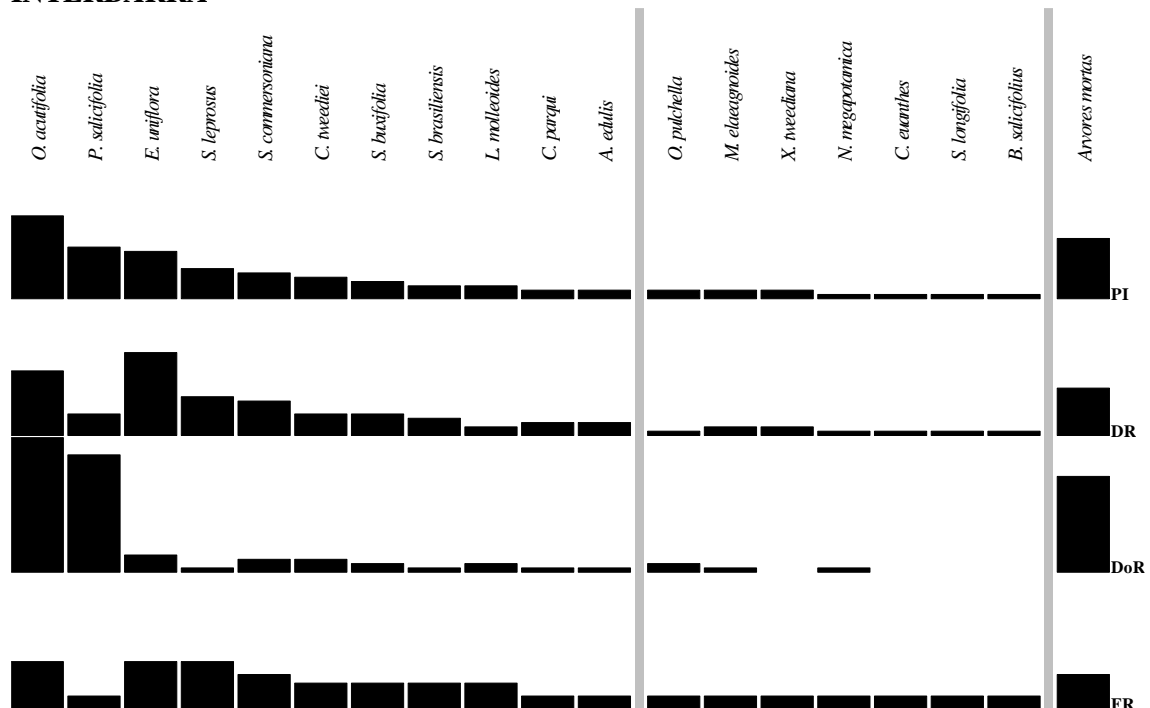


Figura 17 Representação gráfica das estimativas dos parâmetros fitossociológicos, densidade relativa (DR), dominância relativa (DoR), frequência relativa (FR), em ordem decrescente segundo a percentagem de importância (PI), para as duas feições geomórficas, nas duas sub-bacias.

CURCIO (2006) menciona que os depósitos aluviais que ocorrem fora do canal fluvial, assim como as alturas relativas desses em relação ao nível freático, determinam

diferentes graus de desenvolvimento pedogenético, além de propiciar níveis distintos de hidromorfia aos solos constituintes, portanto, possibilidade de ocupação por diferentes coberturas vegetacionais. Inclusive BARDDAL *et al.* (2004) sugere que quando realizadas caracterizações de comunidades florestais aluviais se utilizem critérios pedo-geomorfológicos para escolher as áreas de alocação das unidades amostrais evitando a generalização dos dados obtidos.

A saturação hídrica não somente influi nos aspectos relativos à presença/ausência, mas também no relativo aos dias consecutivos de permanência da água no perfil do solo. Nesse sentido BARDDAL (2006), com o intuito de verificar a influência da saturação hídrica no desenvolvimento das diferentes fases de oito espécies arbóreas frequentes na planície de inundação do rio Iguaçu, Brasil, concluiu, considerando as características auto-ecológicas das espécies, que a sua distribuição nas planícies aluviais é diretamente influenciada pela saturação hídrica dos solos.

BARDDAL (2006) destacou ainda que *Sebastiania commersoniana* registrou o maior valor de tempo máximo relativo de hidromorfia e que estaria no grupo daquelas espécies que melhor suportaram a saturação hídrica, juntamente com *Erythrina crista-galli* e *Salix humboldtiana*. Confirmando ainda o exposto por LIEBERMAN *et al.* (1985), relativo à distribuição das espécies nas planícies aluviais, os quais afirmam que a maior parte das espécies que suportam desenvolver-se em áreas inundáveis podem ocorrer em locais mais altos, caso de *S. commersoniana* e *E. crista-galli*; contudo, o contrário não ocorre.

De outra forma, existem diversas condicionantes do meio que podem influenciar diferencialmente a presença das espécies e que não necessariamente estariam vinculadas a características naturais e sim relativas ao uso do território. Nesse aspecto, BARDDAL (2006) salienta que os maiores diâmetros e valores de importância observados para três das oito espécies por ele pesquisadas (*Luehea divaricata*, *Matayba elaeagnoides* e *Vitex megapotamica*) estiveram mais relacionados ao estado de conservação dos fragmentos florestais estudados ao longo do rio do que propriamente à saturação hídrica do solo, concluindo que seria necessário maior número de observações para estabelecer uma correlação.

No presente estudo, as condições geomórficas de barra e interbarra, bem detectáveis em campo, não evidenciaram claramente condições de maior hidromorfia no solo, como mosqueados ou elevação do lençol freático, questões que serão apresentadas

no item pertinente. Essas características seriam esperáveis talvez numa situação de maior energia de deposição do rio. Porém, dado o caráter de nascente das sub-bacias estudadas, o nível de distinção geomórfico apresentou-se muito sutil, evidenciando, dessa forma, a natureza diferencial e heterogênea das florestas aluviais e a necessidade de inserir nas comparações outros fatores pertinentes, como a evolução da dinâmica de deposição do rio ao longo de seu percurso, e como essa dinâmica estaria modificando a expressão da floresta ribeirinha, expondo a influencia no sentido longitudinal do percurso do rio sobre as margens, no sentido transversal.

Quando comparadas as feições através dos índices de similaridade (Tabela 9) de Jaccard (60) e de Sørensen (75), os resultados diferem segundo o índice considerado. Segundo Jaccard, que leva em conta todas as espécies, as feições seriam diferentes, porém quanto se dá maior peso às espécies mais comuns, como no caso do índice de similaridade de Sørensen, o valor considerado limite para distinguir comunidades (70) foi superado, fato que estaria indicando que as comunidades das respectivas feições resultaram similares.

Tabela 9 Índices de similaridade de Jaccard e de Sørensen (Czekanowski), de diversidade de Margalef (M), Shannon (H') e o complemento de Simpson (1-D), abundância de Berguer Parker e uniformidade de Pielou (J) e Simpson (E) utilizados na comparação entre as feições geomórficas, barra e interbarra, nas duas sub-bacias.

Índices / sub-bacias	Similaridade		Diversidade			Abundância	Equabilidade	
	Jaccard	Sørensen	Margalef	H'	(1-D)	Berguer Parker	J	E
Barra	60	75	2,91	2,36	0,900	0,18	0,89	0,71
Interbarra			3,81	2,47	0,897	0,22	0,86	0,54

Quanto à diversidade, os três índices utilizados não foram coincidentes: os de Margalef e Shannon indicaram maior diversidade na interbarra $M = 3,81$ e $H' = 2,47$ nats/ind. que na barra $M = 2,91$ e $H' = 2,36$ nats/ind., porém o complemento do índice de diversidade de Simpson foi de 0,90 para barra e de 0,897 para interbarra. Ainda que a diferença seja mínima, ele está indicando o que está expresso na figura 18. Como já foi comentado anteriormente, esse índice leva em conta a abundância de cada espécie em relação às outras e ao total e, no presente caso, há uma prevalência da densidade das três primeiras espécies na interbarra, apesar de ela apresentar maior riqueza.

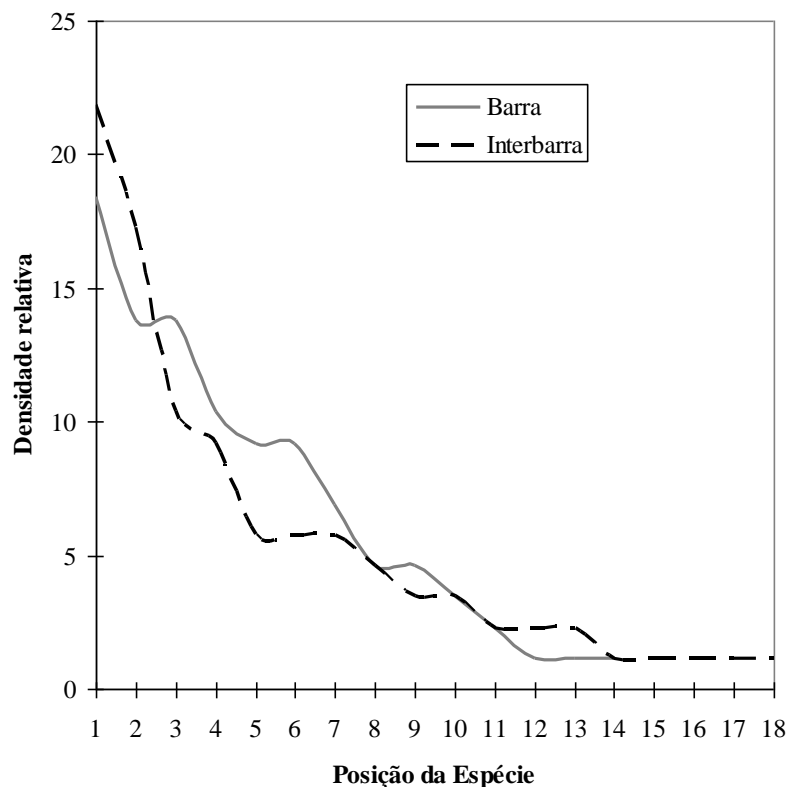


Figura 18 Diagrama de abundância relativa – *rank-abundance diagram* – para as feições geomórficas, barra e interbarra.

Esta tendência confirmou-se, também, com um maior valor do índice de abundância de Berguer Parker para a interbarra (0,22) que na barra (0,18) e menor uniformidade na interbarra ($J = 0,86$ e $E = 0,54$) que na barra ($J = 0,89$ e $E = 0,71$).

Na figura 19, que representa a distribuição da área basal por espécie para cada feição, constata-se que na interbarra apenas duas espécies apresentaram valores acima da média - *Ocotea acutifolia* e *Pouteria salicifolia*, e na barra, além dessas duas espécies, também tiveram valores acima da média *Ocotea pulchella*, *Scutia buxifolia* e *Sebastiania commersoniana*. Salienta-se que o valor médio da área basal por espécie na barra foi a metade do valor na interbarra, respectivamente, 3 e 6 m²/ha.

Por outro lado, a área média de copa por espécie em cada feição teve uma tendência oposta à dos valores quando comparados com as médias de área basal. Neste caso a barra apresentou uma média de 1.900 m²/ha, valores esses superiores aos da interbarra, que foi de 1.388 m²/ha (Figura 20).

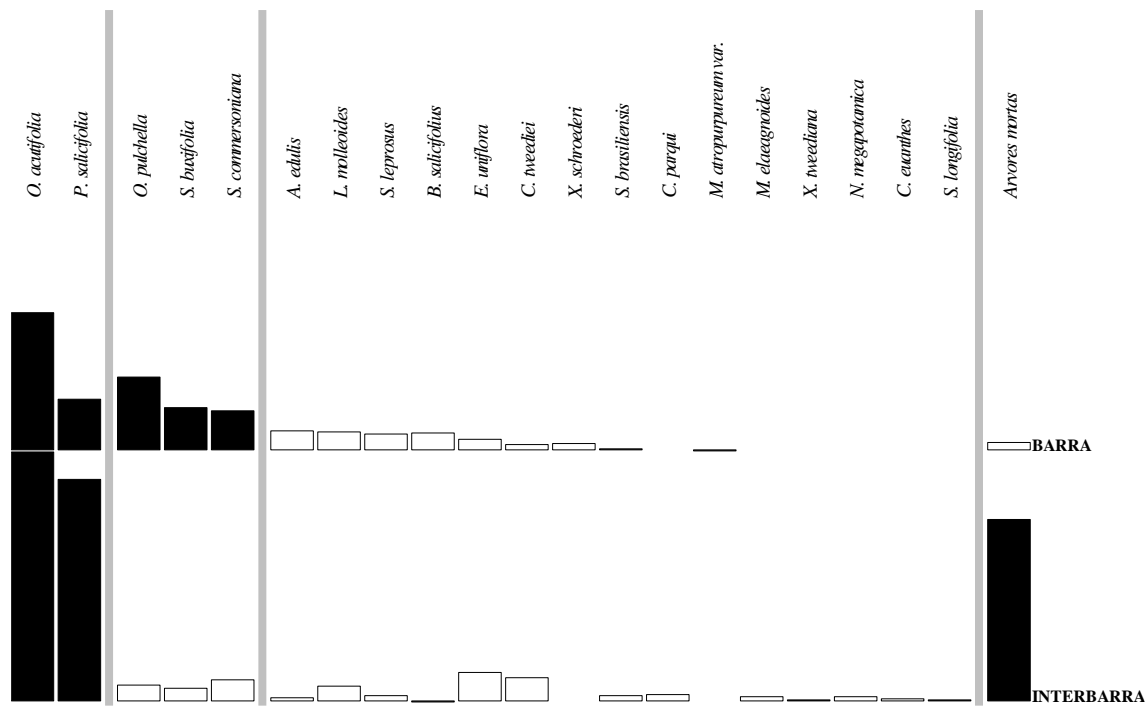


Figura 19 Representação gráfica da distribuição da área basal em (m²/ha) por espécie, comparativamente entre as duas feições geomórficas, com dados das duas sub-bacias.

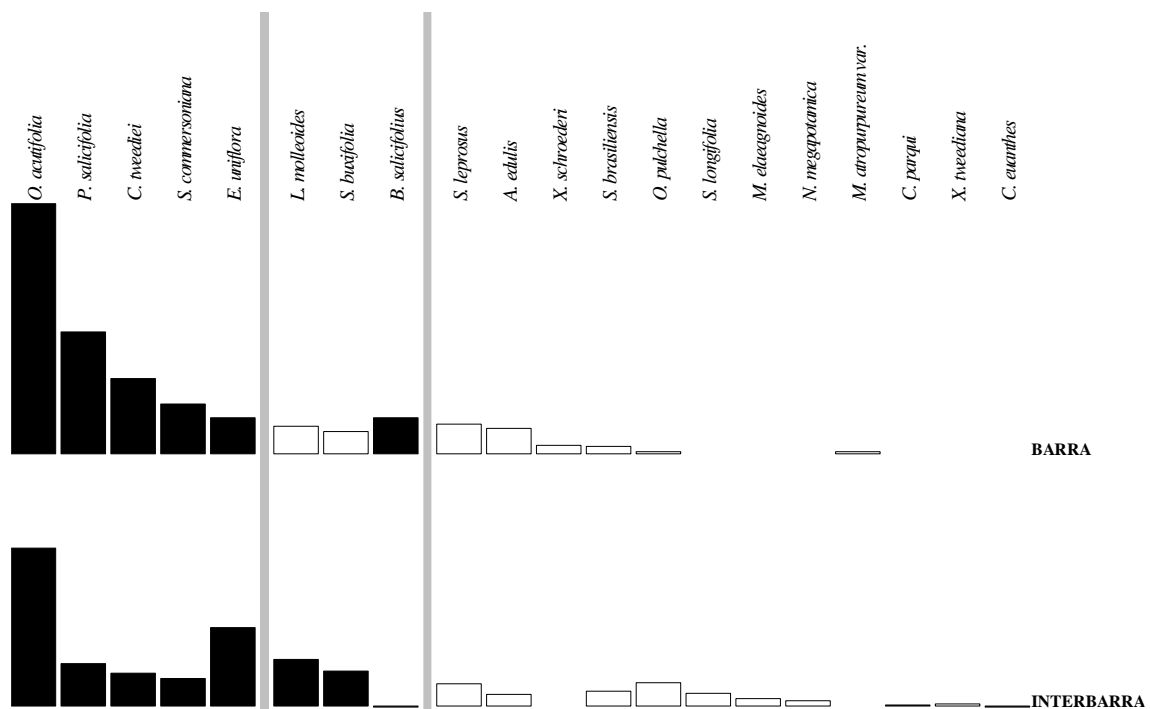


Figura 20 Representação gráfica da distribuição da área de copa em (m²/ha) por espécie, em forma comparativa entre as duas feições geomórficas, barra e interbarra, para as duas sub-bacias.

Cinco espécies apresentaram valores acima da média para ambas as feições - *O. acutifolia*, *P. salicifolia*, *Eugenia uniflora*, *Calliandra tweediei* e *S. commersoniana*,

seguidas com valores superiores à média, na barra, por *Blepharocalyx salicifolius* e na interbarra *Lithraea molleoides* e *S. buxifolia*, tal como pode ser observado na figura 20.

O restante das espécies apresentou valores inferiores à média, devido, principalmente, a sua baixa densidade, determinando uma participação na estrutura da floresta, de forma geral, pequena.

Estrutura vertical e horizontal

Na tabela 10 encontram-se as características quantitativas que distinguem os três estratos arbóreos segundo a feição geomórfica. A altura média para os estratos, intermediário e oligofótico foi similar para as duas feições. O estrato inferior na barra apresentou um valor de 3,9 m e de 3,75 m na interbarra; o intermediário de 5,9 m na barra e de 5,6 na interbarra. O estrato eufótico foi o único que se diferenciou, sendo de 9 m na barra e de 8 m na interbarra.

Tabela 10 Caracterização dos estratos verticais – eufótico, intermediário e oligofótico, em função da altura média, a densidade, o número de espécies e a área de copa, para as feições geomórficas barra e interbarra, com dados das duas sub-bacias.

	Estrato eufótico	Estrato intermediário	Estrato oligofótico	Totais
BARRA				
Altura média (m)	9	6	4	-
Densidade (ind/ha)	750	800	825	2.375
Número de espécies	9	10	9	14
Área de copa (m ² /ha)	25.419	6.945	5.632	37.995
INTERBARRA				
Altura média (m)	8	6	4	-
Densidade (ind/ha)	425	925	1100	2.450
Número de espécies	5	13	13	18
Área de copa (m ² /ha)	13.578	9.135	5.057	27.769

Já o número de indivíduos por unidade de área teve comportamento distinto entre feições. Na interbarra apresentou uma diferenciação bastante clara, aumentando com o declínio da intensidade luminosa, passando de 425 ind./ha no estrato eufótico para 1.100 ind./ha no oligofótico, ao passo que na barra a densidade é uniforme, com um leve aumento no sentido eufótico – oligofótico, variando entre 750 e 825 ind./ha, respectivamente.

A quantidade de espécies por estrato nas feições teve uma distribuição similar à densidade. Na interbarra houve uma concentração de espécies nos estratos inferiores, 13

espécies de um total de 18 e somente cinco no estrato superior. No entanto, na barra a repartição foi equitativa, tal como pode ser apreciado na tabela 10.

A área de copa foi superior na barra no estrato eufótico, estando mais da metade da cobertura nesse patamar. Na interbarra, a distribuição do parâmetro entre estratos foi menos discrepante. De qualquer forma, nas duas feições há maior cobertura no estrato superior, configurando o dossel, diminuindo gradativamente do intermediário para o oligofótico (Tabela 10).

Segundo BRUSSA e GRELA (2007), as florestas ribeirinhas no Uruguai se caracterizam por constar de um dossel contínuo que cobre totalmente o solo, diferenciando-se geralmente os seguintes estratos: árvores maiores (estrato eufótico); árvores médias (estrato intermediário); trepadeiras; sub-bosque composto por arvoretas, arbustos de sombra e a regeneração natural das árvores maiores (estrato oligofótico); e um estrato herbáceo. No presente trabalho foi possível comprovar a existência dos estratos mencionados, definindo alturas médias para cada um, nas duas feições, tal como foi mencionado anteriormente. Assim mesmo, detectou-se a efetiva cobertura do solo pelo dossel em ambas as feições, dado que a área de copa no estrato eufótico foi superior a 10.000 m²/ha, o que equivale a dizer que há superposição de copas, com a existência de um dossel contínuo.

Na tabela 11 encontra-se a distribuição da área foliar nos estratos por padrão de queda de folhas. Observa-se de maneira evidente que os maiores percentuais de área de copa são constituídos por espécies perenes ou persistentes, em ambas as feições, 82% na barra e 68% na interbarra. Esta tendência se manifesta inclusive em todos os estratos, com destaque para o estrato eufótico na barra, com 60%, e na interbarra, com 48,5%. A única exceção é no estrato inferior (oligofótico) da interbarra, em que as espécies semidecíduas e decíduas preponderam.

BRUSSA e GRELA (2007) mencionam que resulta curiosa a mistura de espécies decíduas e perenes que existem em quase todas as florestas do Uruguai, salientando que nas florestas ribeirinhas há um predomínio de decíduas, diferente das Florestas de Quebradas, onde há predominância de perenifólias. Com base nos resultados do presente trabalho, as comunidades estudadas seriam enquadradas como floresta laurifolia, dada a elevada superfície constituída por espécies perenes, apesar de serem florestas ribeirinhas. Porém, como já fora mencionado, as sub-bacias apresentaram forte influência das comunidades de Floresta de Quebrada à montante,

expressa na florística, o que repercutiu nas características estruturais, constituindo-se, de certa forma, em comunidades ecotonais entre florestas ribeirinhas típicas e de quebrada.

Tabela 11 Distribuição da área de copa nas feições geomórficas por estratos verticais e por padrão de queda de folhas, considerando as duas sub-bacias

	Ditribuição da área de copa (%)			
Feição geomórfica / padrão de queda de folhas	Estrato eufótico	Estrato intermediário	Estrato oligofótico	Total
BARRA				
Decidua	6,1	3,5	0,9	10,5
Semidecidua	1,3	2,1	4,0	7,4
Perene	59,5	12,6	10,0	82,1
Total	67	18	15	100
INTERBARRA				
Decidua	0,4	6,6	6,9	13,9
Semidecidua	0,0	10,0	8,3	18,3
Perene	48,5	16,3	3,1	67,8
Total	49	33	18	100

Salienta-se que o padrão de queda de folhas de cada espécie encontrada neste levantamento está no anexo II, tabela 1, e que o enquadramento foi feito baseando-se em BRUSSA e GRELA (2007), considerando os resultados obtidos como uma aproximação inicial que deverá estimular estudos mais detalhados. Nesse sentido, GIL (2009) sugere que avaliar a fenologia de espécies pode ser uma ferramenta para compreender a variedade de padrões fenológicos de uma comunidade. Inclusive WIRTH *et al.* (2001), analisando a variabilidade espacial e temporal da estrutura do dossel de uma floresta tropical úmida no Panamá, obtiveram resultados que indicam que as avaliações em larga escala, por exemplo utilizando imagens remotas, não conseguiriam explicar as condições geradas dentro de uma floresta quando majoritariamente perene e que, para isso, deveriam atuar em menor escala, em parte do terreno. Mencionam ainda que as mudanças no índice de área foliar determinam mudanças dimensionáveis da intensidade de luz que atinge o solo da floresta, podendo ter profundos efeitos no crescimento e na competição interespecífica das plantas dos estratos intermediário e inferior, e talvez na germinação de algumas espécies. Ressaltam também a existência de forte correlação entre a altura das árvores e a distribuição vertical do ângulo médio das folhas dentro da copa, sugerindo adaptações voltadas para a captação da luminosidade disponível em patamares diferenciados.

Outro exemplo muito claro da influência do padrão de queda de folhas das árvores dominantes sobre a distribuição e dominância das plantas no sub-bosque surge a partir do trabalho de VELBEN *et al.* (1982) numa área de floresta mista, decídua e perene, de *Nothofagus* no sul do Chile. Determinaram que a espécie dominante no sub-bosque, o bambu *Chusquea tenuiflora*, era mais frequente e de maior tamanho sob *Nothofagus betuloides*-sempreverde. Quase todas as outras espécies do sub-bosque foram mais abundantes e de maior tamanho sob *Nothofagus pumilio*-decídua. Numa tendência sucessional das florestas decíduas de *Nothofagus* para florestas perenes se poderia esperar que *Chusquea tenuiflora* incrementasse tanto em tamanho quanto em abundância e desempenhasse um papel de controle crescente no processo de regeneração florestal.

Portanto, avaliações que considerem aspectos relativos aos padrões fenológicos de cada espécie e a sazonalidade nas fenofases por tipos de solo e condições diferenciais de umidade e temperatura, contribuiriam significativamente para o entendimento da dinâmica das comunidades, permitindo inclusive prever comportamentos e auxiliar na tomada de decisões.

Altura e ponto de inversão morfológica

A mediana da altura na barra foi de 7 m, sendo a média máxima de 9 m e a média mínima de 5 m. A altura máxima foi atingida por *Ocotea pulchella*, com 16 m (Figura 21 e Anexo II – Tabela 2).

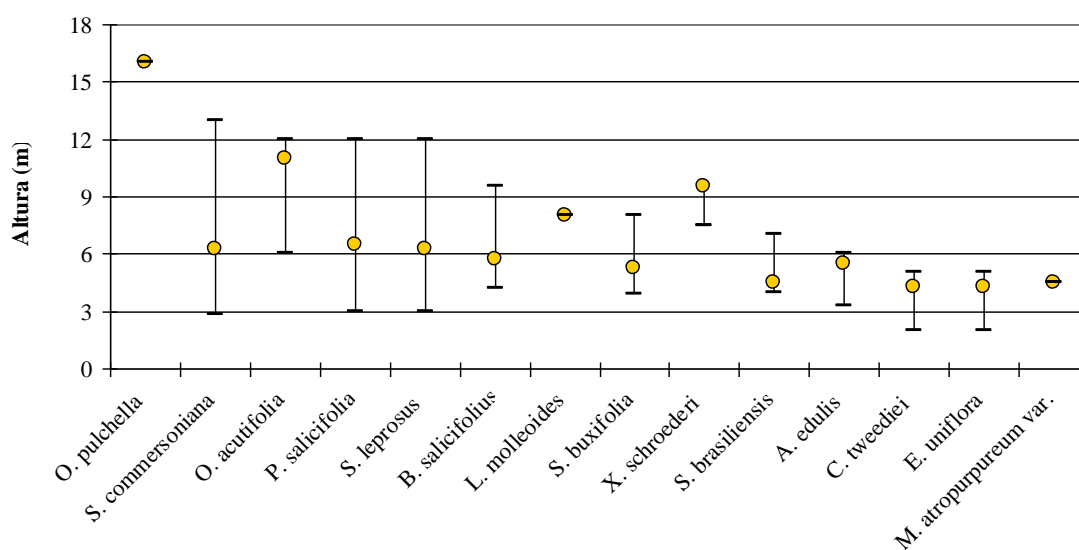
Caracterizam o dossel da feição barra, com altura média de 9 m, variando entre 4 e 16 m, *Ocotea acutifolia* e *O. pulchella*, *Sebastiania commersoniana*, *Pouteria salicifolia*, *Styrax leprosus*, *Xylosma schroederi* e *Blepharocalyx salicifolius*. Adicionalmente, ocorrem de forma isolada exemplares de *Scutia buxifolia* e *Allophylus edulis*

O estrato intermediário na barra variou entre os 3 e os 9 metros, com uma média de 6 m, e é formado principalmente pelas espécies *Lithraea molleoides*, *Scutia buxifolia*, *Sebastiania brasiliensis* e *Allophylus edulis*, além de indivíduos jovens de *Sebastiania commersoniana* e *Pouteria salicifolia*. O estrato inferior ou oligofótico tem altura média de 4 m, com exemplares dentre 2 e 5 m, e caracteriza-se pela presença de árvores de espécies tolerantes à sombra como *Calliandra tweediei*, *Eugenia uniflora* e *Myrrhinium atropurpureum* var. *octandrum*, assim como por indivíduos jovens típicos dos estratos

superiores como *Pouteria salicifolia*, *Scutia buxifolia*, *Sebastiania brasiliensis* e *S. commersoniana*, e de *Styrax leprosus*, regeneração dos indivíduos adultos.

Na figura 21, na imagem superior correspondente à barra, observa-se que há espécies presentes em todos os estratos e que *S. commersoniana* é a que teve a maior amplitude de altura e, na sequência, *P. salicifolia*, *S. leprosus*, *B. salicifolius* e *S. buxifolia*. No entanto, outras, como as espécies do gênero *Ocotea*, foram características do dossel e *C. tweediei* e *E. uniflora* do sub-bosque.

BARRA



INTERBARRA

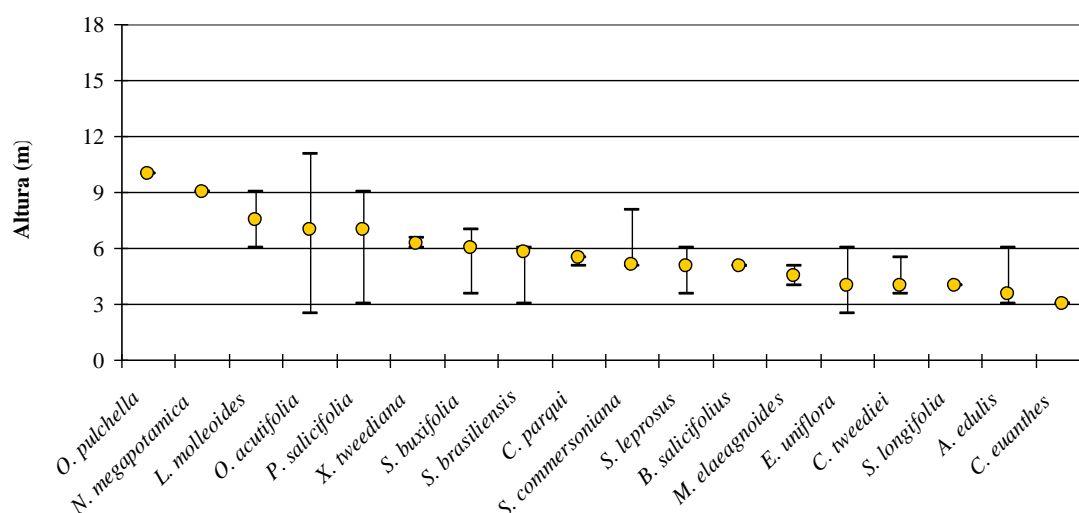


Figura 21 Diagrama de estratificação vertical para as espécies amostradas, em ordem decrescente segundo a altura máxima, mostrando as alturas máxima, mediana e mínima para cada feição geomórfica, para as duas sub-bacias.

Na interbarra, a mediana da altura foi de 5,7 m, sendo a média máxima de 7 m e a média mínima de 4,5 m. A altura máxima foi atingida por um exemplar de *Ocotea acutifolia* com 11 m (Figura 22 e Anexo II – Tabela 2). O dossel é conformado por *P. salicifolia*, *O. pulchella*, *O. acutifolia* e *L. molleoides*, com altura média de 8 m, variando entre 6,5 e 11 metros.

O estrato intermediário na interbarra foi o que apresentou maior número de espécies, onde se distinguem dois grupos, um grupo principal de espécies com muitos indivíduos no patamar, como *Styrax leprosus*, *Sebastiania commersoniana*, *S. brasiliensis*, *Scutia buxifolia*, *Eugenia uniflora*, *Ocotea acutifolia* e *Cestrum parqui*, e um grupo secundário, com poucos exemplares, das espécies *Xylosma tweediana*, *Nectandra megapotamica*, *Matayba elaeagnoides*, *Lithraea molleoides*, *Schinus longifolia*, *Calliandra tweediei* e *Allophylus edulis*. A altura média foi de 5,6 m, com limite inferior de 4 m e superior de 9 metros.

No estrato inferior predominaram amplamente *Eugenia uniflora*, *Calliandra tweediei* e *Styrax leprosus*, havendo a presença de regeneração representada por indivíduos jovens dos estratos superiores de *Sebastiania commersoniana*, *S. brasiliensis*, *Scutia buxifolia*, *Pouteria salicifolia*, *Ocotea acutifolia*, *Matayba elaeagnoides*, *Cestrum euanthes*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Allophylus edulis*. Este estrato teve uma altura média de 3,7 m, com exemplares desde 2,5 até os 6 m.

Aprecia-se tanto em detalhe na figura 21 quanto na forma resumida na figura 22 que, para as duas feições, quando comparados todos os indicadores de estrutura vertical, foram consistentemente superiores na barra do que na interbarra. Na interbarra a amplitude de altura dos estratos foi menor, havendo maior superposição vertical.

Quanto ao ponto de inversão morfológica¹³ - PIM, quando comparadas as 12 espécies comuns a ambas as feições, sete apresentaram maior altura na barra, quatro espécies tiveram alturas superiores na interbarra e uma espécie teve igual valor nas duas feições (Figura 23).

¹³ PIM: A primeira bifurcação que determina a formação da copa caracterizada pelo primeiro ramo vivo ou rebrota do tronco, constitui-se no ponto de inversão morfológica (OLDEMAN, 1974 citado por HALLÉ *et al* 1978).

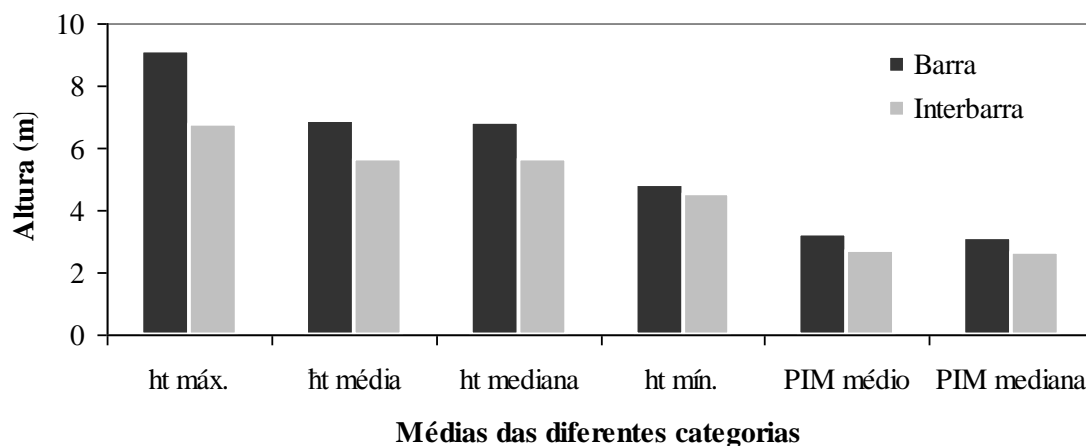


Figura 22 Comparação gráfica das alturas para todas as espécies por feição geomórfica, para as duas sub-bacias: altura total máxima (h máx.), altura total média (\bar{h} média), mediana da altura total (h mediana), altura total mínima (h mín.), ponto de inversão morfológica médio (PIM médio) e mediana do ponto de inversão morfológica (PIM mediana), todas expressas em metros.

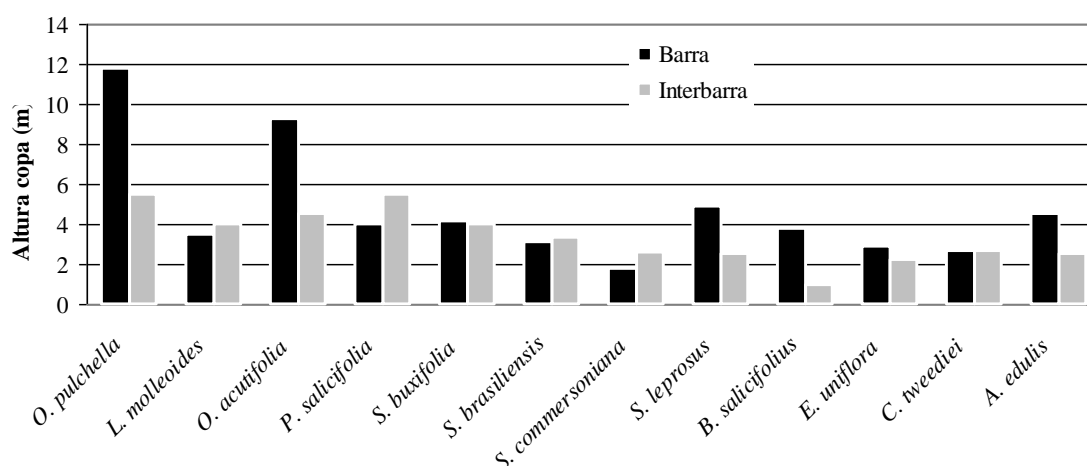


Figura 23 Altura da copa para as espécies comuns as duas feições geomórficas, com dados das duas sub-bacias.

Complementarmente, para algumas dessas espécies presentes em ambas as feições, os valores médios de desenvolvimento da copa foram visivelmente superiores na barra (Figura 23), como *O. pulchella*, *O. acutifolia*, *S. leprosus*, *B. salicifolius* e *A. edulis*, outras poucas, como *P. salicifolia*, *S. commersoniana*, espécies higrófilas, tiveram maior desenvolvimento na interbarra, onde o relevo abaciado provavelmente acumule água no perfil de solo, mesmo que por curtos lapsos de tempo. Entretanto, espécies como *S. buxifolia*, *E. uniflora*, *C. tweediei*, *S. brasiliensis* e *L. molleoides* tiveram comportamentos similares em ambas feições para o parâmetro em questão.

No diagrama da figura 24 se encontra o comprimento de copa médio para todas as espécies amostradas, classificado em ordem decrescente segundo a mediana da altura total, e representado graficamente como a diferença entre a mediana da altura total e a do ponto de inversão morfológico, para barra e interbarra. Observa-se um comportamento similar ao identificado para as 12 espécies comuns, ou seja, houve maior amplitude de alturas e, por conseguinte, de tamanhos de copa e de altura total média das espécies na barra comparativamente com a interbarra apesar da maior riqueza da interbarra. Esse último fator teria forte influencia na variação entre sub-bacias, sendo de maior relevância que o efeito causado pelas condições relativas à feição geomórfica.

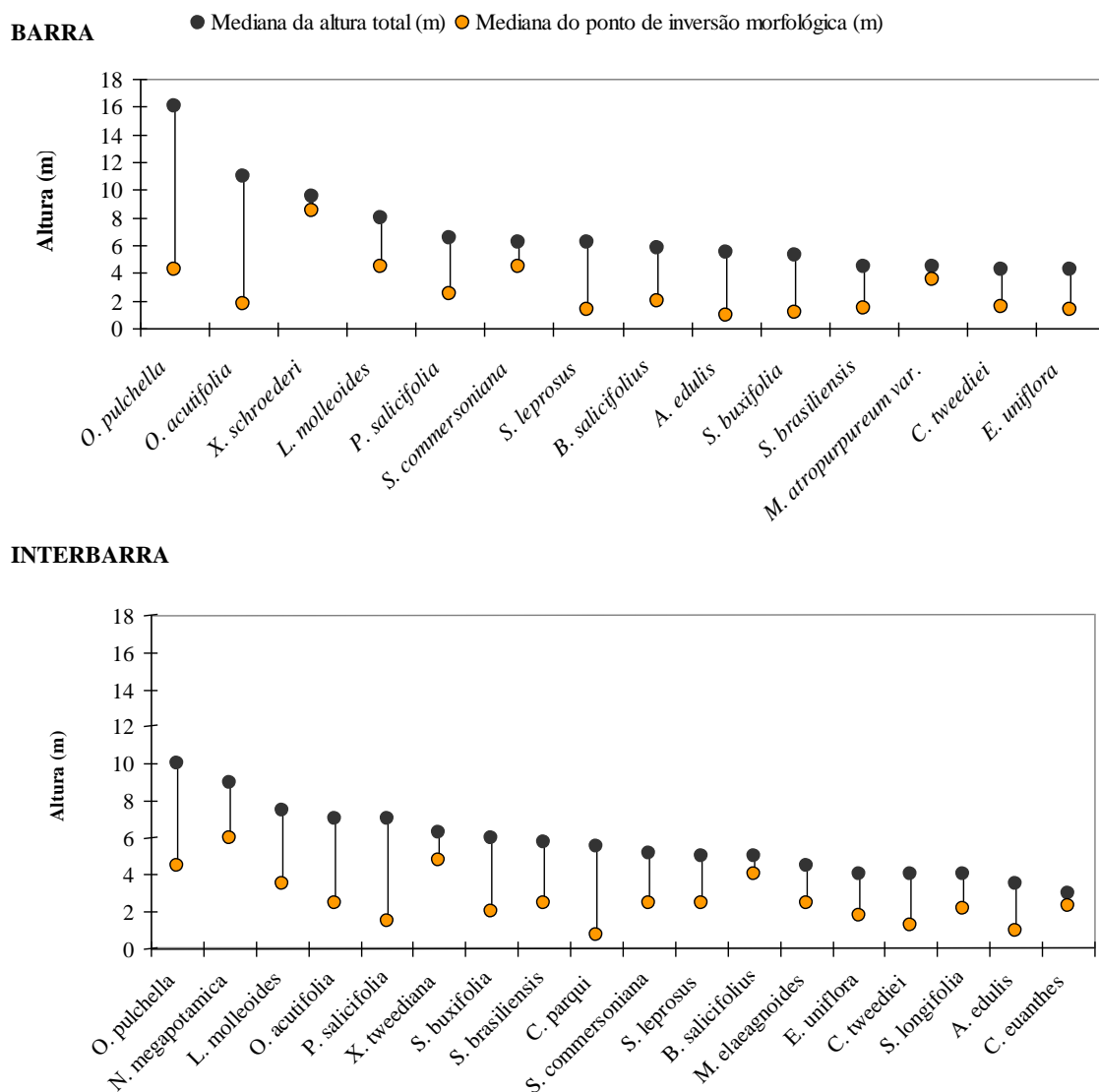


Figura 24 Diagrama de comprimento de copa médio para as espécies amostradas, em ordem decrescente segundo a mediana da altura total, a partir da representação gráfica das medianas da altura e do ponto de inversão morfológica, para as feições geomórficas barra e interbarra, para as duas sub-bacias.

Portanto, é plausível pensar que a diversidade das sub-bacias mascare em parte as condições dadas pelas diferenças entre barra e interbarra, onde uma possível solução seria realizar comparações entre feições com dados dos locais de forma separada. Dado ao fato de o levantamento ter sido conduzido de forma expedita, essa análise não seria possível nesta oportunidade, porém sem deixar de ser um lineamento interessante a ser explorado.

4.3 CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

Na tabela 12 se mostram os valores das variáveis de crescimento para *Ocotea acutifolia*, *Allophylus edulis*, *Salix humboldtiana*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Scutia buxifolia* e *Ocotea pulchella* e *S. commersoniana*, destacando que em todos os casos os valores referem-se ao diâmetro à altura do peito e a árvores do dossel. Em alguns casos, ali indicados, houve necessidade de estimar a idade de algumas árvores de *O. acutifolia* a *O. pulchella*.

As idades na sub-bacia Paso Vargas tiveram uma amplitude entre 12 e 75 anos, a primeira corresponde aos exemplares de *S. humblodtiana* na barra atual de uma área de agradação onde as árvores mais jovens tinham 12 anos e as mais velhas 17 e o exemplar mais antigo, *B. salicifolius* com 75 anos ao DAP, se apresentou na condição de interbarra.

No que refere à sub-bacia Platón, para os exemplares coletados, as idades estiveram entre 21 e 78 anos, com *Ocotea pulchella* no primeiro caso e *Ocotea acutifolia* no segundo.

Conforme ilustra na tabela 13, as idades de alguns exemplares de *Ocotea acutifolia* foram estimadas a partir de uma equação de regressão construída com os valores de 17 árvores cujas idades eram conhecidas com o objetivo de completar a tabela 12 com os valores de todas as variáveis para a espécie. A partir das variáveis medidas em campo, diâmetro à altura do peito com casca, altura total e ponto de inversão morfológica de árvores como variáveis independentes e a idade determinada nos rolos de incremento, como variável dependente, foi ajustada uma equação de regressão para estimar a idade de cinco árvores cujos rolos não apresentaram a medula, na amostra. A equação resultante foi:

$$I \text{ (anos)} = 0,29077813*d \text{ c/c(cm)} + 2,07699323*h(m) + 3,48175566*PIM(m)$$

onde: I = idade estimada em anos;

d c/c = diâmetro à altura do peito com casca em centímetros;

h = altura total em metros; e

PIM = ponto de inversão morfológico em metros.

Tabela 12 Idade média (I), diâmetro à altura do peito sem casca (d médio s/c), ponto de inversão morfológico médio (PIM médio), diâmetro de copa médio (d copa médio), altura total média (h média), incremento médio anual ao DAP (IMA d) e incremento médio anual em altura total (IMA h) para *S. commersoniana*, *O. acutifolia*, *A. edulis*, *S. humboldtiana*, *B. salicifolius*, *S. buxifolia*, *O. pulchella* por sub-bacia, Paso Vargas (PV) e Platón (P), feição geomórfica e uso da encosta.

Espécie	Uso de encosta	Feição geomórfica	Idade média (anos)		d médio s/c (cm)		PIM médio (m)		d copa médio (m)		h média (m)		IMA d (mm/ano)		IMA h (cm/ano)	
			PV	P	PV	P	PV	P	PV	P	PV	P	PV	P	PV	P
<i>S. commersoniana</i>	P. Florestal	Barra	35	38	14,3	14,7	5,0	5,4	4,3	4,0	10,6	11,0	4,1	4,0	31	31
		Interbarra	34	41	11,0	13,1	4,3	5,1	2,8	4,0	8,6	10,9	3,2	3,2	25	27
	média		34	39	12,6	13,9	4,7	5,3	3,6	4,0	9,6	11,0	3,7	3,6	28	29
	Campo	Barra	30	43	11,8	12,9	5,0	5,1	3,4	4,4	9,7	9,9	4,0	3,0	33	23
		Interbarra	23	31	8,1	10,2	5,4	4,5	2,9	3,4	9,5	9,5	3,5	3,3	41	32
	média		27	37	9,9	11,6	5,2	4,8	3,2	3,9	9,6	9,7	3,7	3,2	37	28
<i>O. acutifolia</i>	P. Florestal	Barra	-	62	-	34,1	-	6,6	-	8,3	-	14,0	-	5,8	-	23
		Interbarra	55	45	25,2	21,5	6,5	4,0	5,5	6,0	12,0	10,0	4,6	5,0	22	22
	média		55	54	25,2	27,8	6,5	5,3	5,5	7,1	12,0	12,0	4,6	5,4	22	22
	Campo	Barra	41	52	19,2	16,8	4,1	5,0	5,2	5,3	8,3	9,8	4,1	3,6	20	19
		Interbarra	33	53	20,7	22,4	3,7	6,3	6,6	6,7	9,3	12,7	7,0	4,7	28	24
	média		37	52	20,0	19,6	3,9	5,7	5,9	6,0	8,8	11,2	5,6	4,2	24	21
<i>A. edulis</i>	P. Florestal	Barra	45	-	18,8	-	1,9	-	6,5	-	5,5	-	5,1	-	12	-
		Interbarra	41	28	15,0	8,8	2,0	3,0	6,0	4,0	5,5	9,0	3,6	2,9	13	32
	média		43	28	16,9	8,8	2,0	3,0	6,3	4,0	5,5	9,0	4,4	2,9	13	32
	Campo	Barra	27	51	10,1	14,9	2,0	4,0	4,3	5,1	5,0	8,5	3,9	2,9	19	17
		Interbarra	50	36	13,9	11,8	2,0	2,2	5,3	4,7	5,8	7,3	3,1	2,8	12	19
	média		38	44	12,0	13,3	2,0	3,1	4,8	4,9	5,4	7,9	3,5	2,8	15	18
<i>S. humboldtiana</i>	P. Florestal	Barra atual	15	-	11,9	-	3,1	-	4,7	-	8,9	-	4,7	-	59	-
		Barra sub-atual	28	-	30,2	-	6,5	-	6,8	-	13,0	-	9,9	-	47	-
	média															
	Campo	Barra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Interbarra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	média															
<i>B. salicifolius</i>	P. Florestal	Barra	55	-	19,1	-	2,7	-	6,0	-	6,3	-	3,6	-	11	-
		Interbarra	75	23	22,9	10,4	4,0	3,5	8,0	4,0	11,0	9,0	2,6	4,0	15	39
	média		65	23	21,0	10,4	3,3	3,5	7,0	4,0	8,6	9,0	3,1	4,0	14	39
	Campo	Barra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Interbarra	58	-	11,9	-	3,3	-	4,0	-	7,8	-	2,1	-	13	-
	média		58		11,9		3,3		4,0		7,8		2,1		13	
<i>S. buxifolia</i>	P. Florestal	Barra	36	-	7,4	-	3,2	-	3,0	-	5,5	-	2,2	-	15	-
		Interbarra	55	-	13,4	-	1,9	-	4,0	-	5,3	-	2,4	-	10	-
	média		45		10,4		2,5		3,5		5,4		2,3		12	
	Campo	Barra	36	-	13,7	-	2,5	-	4,8	-	7,0	-	4,3	-	20	-
		Interbarra	48	-	14,2	-	2,0	-	5,5	-	7,0	-	3,1	-	15	-
	média		42		14,0		2,2		5,1		7,0		3,7		17	
<i>O. pulchella</i>	P. Florestal	Barra	-	50	-	21,9	-	5,6	-	7,5	-	15,0	-	4,3	-	30
		Interbarra	42	21	18,0	10,7	5,0	1,7	7,0	4,0	14,0	7,0	4,3	4,3	33	33
	média		42	36	18,0	16,3	5,0	3,7	7,0	5,8	14,0	11,0	4,3	4,3	33	32
	Campo	Barra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Interbarra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	média															

(1) A idade para *O. acutifolia* foi estimada a partir da equação na tabela 11. (2) O diâmetro sem casca foi estimado a partir da percentagem de casca segundo indicado na tabela 11. (3) A idade para *O. pulchella* foi estimada a partir do incremento médio anual.

A equação ajustada apresentou um coeficiente de correlação múltiplo elevado ($r = 0,98$), um coeficiente de determinação ajustado também alto, de $R^2_{aj}=0,89$, e um erro padrão de 8,97%. O valor de F foi elevado ($F = 137, 86$) frente ao valor crítico de $4,192^{-10}$, com uma probabilidade de 95%.

As variáveis, altura total e ponto de inversão morfológica foram altamente significativas, para um nível de probabilidade de 0,05 para h e de 0,03 para PIM, entretanto o diâmetro à altura do peito apresentou baixa significância, com um nível de $P = 0,44$, mesmo assim foi mantida na equação porque ajudou a melhorar a distribuição dos resíduos mediante a diminuição do erro padrão.

Na tabela 13 estão as idades estimadas, assim como o diâmetro à altura do peito sem casca, a partir da percentagem de casca média, e o incremento médio anual. Por outro lado, na figura 25 apresenta-se a distribuição dos valores estimados pela equação comparados aos mensurados, para as três variáveis consideradas, observando-se superestimação das idades menores e subestimação das maiores na ordem de $\pm 15\%$.

Tabela 13 Estimativa da idade (I) e do incremento médio anual (IMA) a partir do DAP (d), da altura total (h) e do ponto de inversão morfológico (PIM) para as árvores de *O. acutifolia* com amostras que não foram medidas, assim como o diâmetro à do peito sem casca a partir da percentagem média de casca.

Parcela	Arvore	d c/c (cm)	h (m)	PIM (m)	Idade ⁽¹⁾ (anos)	IMA d ⁽²⁾ (cm/ano)	d s/c ⁽³⁾ (cm)
AFC01	1	25	12	6,5	55	0,46	24
BFA08	1	41	14	2,5	50	0,82	39
BFA08	2	27	14	9,0	68	0,40	26
BFA08	3	33	12	5,0	52	0,64	32
BFA08	4	36	16	10,0	78	0,45	34

⁽¹⁾ $I \text{ (anos)} = 0,29077813 * d \text{ c/c (cm)} + 2,07699323 * h \text{ (m)} + 3,48175566 * PIM \text{ (m)}$; ⁽²⁾ $IMA \text{ d (cm/ano)} = d \text{ (cm)} / Idade \text{ (anos)}$; ⁽³⁾ $d \text{ s/c (cm)} = d \text{ c/c (cm)} * \% \text{ casca (3,25)}$.

De uma forma geral, os menores valores das variáveis de crescimento estiveram vinculados a *Allophylus edulis* – vacuum e *Scutia buxifolia* – coronilha, estando no extremo oposto *Ocotea ocutifolia* e *O. pulchella* – canela-preta e canela-lageana, assim como *Salix humboldtiana* – salseiro os exemplares com as maiores dimensões, dentre as sete espécies trabalhadas.

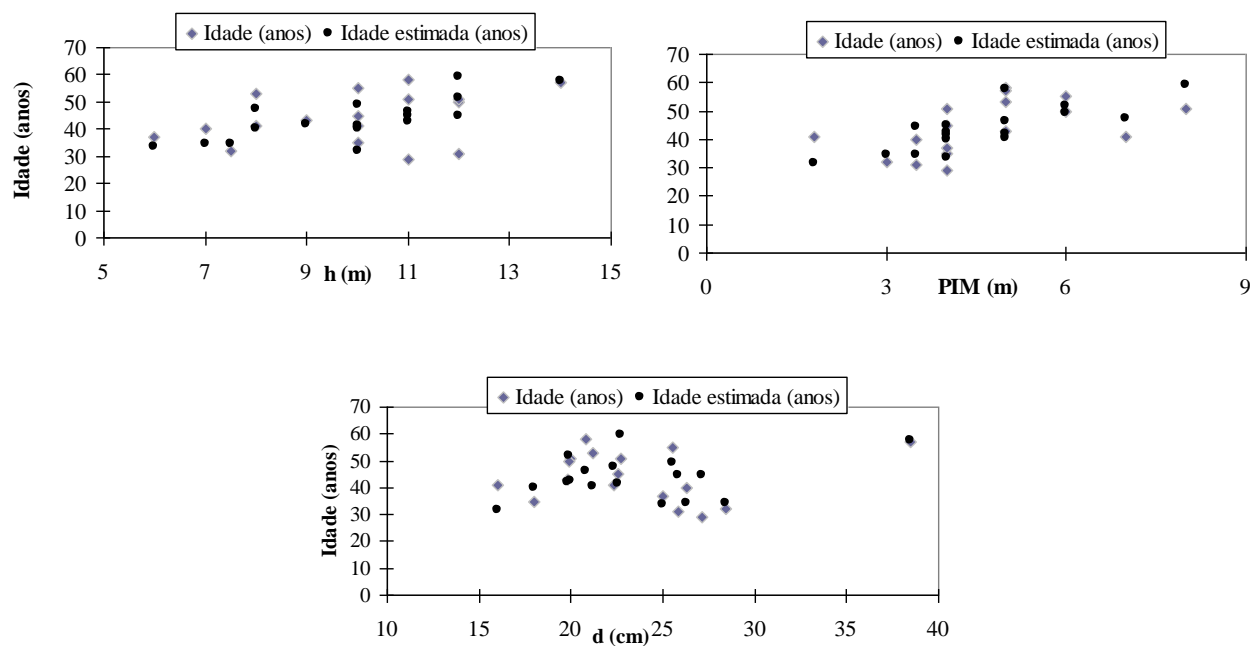


Figura 25 Distribuição dos valores de idade ao DAP de *O. acutifolia* estimados pela equação com relação aos mensurados, para as três variáveis independentes consideradas (d; PIM e h).

Com o menor diâmetro à altura do peito sem casca têm-se indivíduos de *Scutia buxifolia*, com média de 7,4 cm na condição de barra em Paso Vargas, sendo de 6,8 cm o valor mínimo nessa situação. Por outro lado, os maiores diâmetros pertencem a *Ocotea acutifolia*, cuja maior expressão esteve na condição de barra em Platón, com 34,1 cm em média e o máximo absoluto de 39,4 cm, em igual condição.

As árvores cujas copas apresentaram as maiores larguras foram do gênero *Ocotea*, em termos gerais, atingindo os 10 metros, no entanto o indivíduo que apresentou amplitude máxima foi *Blepharocalyx salicifolius* com 14 m, todos na condição de barra em Platón. Como foi mencionado *A. edulis* e *S. buxifolia* foram coincidentes quanto às mínimas dimensões em ambas as bacias e crescendo sob diversas condições, varias árvores tiveram valores de 2,5 m para a variável, contudo ainda que não surja explicitamente na tabela 10 a espécie com as mínimas dimensões absolutas de diâmetro copa foi o branquilha com 1,5 m.

No relativo à altura total ocorreram com as menores dimensões *A. edulis* e *S. buxifolia* (5,5 m), com um mínimo absoluto de 4 m para o *A. edulis* em Paso Vargas, e valores máximos de 16 m em Platón, tanto para *O. acutifolia* quanto para *O. pulchella*.

O incremento médio anual em diâmetro à altura do peito foi máximo para exemplares de *S. humboldtiana* (17,4 e 11,6 mm/ano em exemplares de 12 e 15 anos ao DAP), representando em média para o local um valor de 9,9 mm/ano. No entanto, em contraposição tem-se *S. buxifolia*, e *B. salicifolius* com incrementos anuais dez vezes menores, 1,7 e 1,5 mm/ano respectivamente em Paso Vargas e *A. edulis* com 2,2 mm/anos em Platón.

A maior velocidade de crescimento em altura representada pelo incremento médio anual em altura total ocorreu em árvores de 12 anos de *S. humboldtiana*, com 67 cm/ano, gerando um valor médio para a parcela de 59 cm/ano, na sequência encontra-se *O. pulchella*, com 45 cm/ano. Em compensação, *A. edulis* e *S. buxifolia* apresentaram exemplares crescendo somente 9 cm ao ano, com médias mínimas de 12 cm/ano para a primeira e de 10 cm/ano para a segunda espécie.

4.3.1 *Ocotea acutifolia*

Para *Ocotea acutifolia* os diâmetros foram mais expressivos na sub-bacia Platón, nas áreas com encostas com plantios florestais, atingindo valores médios de 34 cm na condição de barra. Em Paso Vargas também foram maiores os diâmetros em locais cujas encostas estavam com plantios florestais (Figura 26 e Tabela 12).

Para a menor classe de idade (25-35 anos) o DAP sem casca foi de 20 cm e para a classe de 65-75 anos, de 34 cm, com valor máximo para uma árvore de 50 anos ao DAP com 39 cm, como mencionado anteriormente, já que esse indivíduo representa a árvore de maior DAP das 131 árvores amostradas.

Como existe correlação, ainda que baixa ($r = 0,39$; $P 0,05$), entre o DAP e a idade, poder-se-ia dizer que as idades maiores na sub-bacia Platón estão influenciando o tamanho das árvores, tendência confirmada pelo incremento médio anual em diâmetro e em altura que é efetivamente superior em Paso Vargas e sob a condição de campo na encosta, ou seja, é provável que exista tanto influencia da idade quanto das condições de desenvolvimento para a espécie nas situações descritas. No anexo III – figura 1 estão as séries de valores para os anéis de crescimento de *O. acutifolia*, onde se observa, nos gráficos referentes a Paso Vargas – campo, que os indivíduos se mantêm crescendo em torno de 6 mm/ano e em Platón próximo dos 4 mm/ano, inclusive essa situação também evidencia que, em função dos dados obtidos, a espécie não estabiliza o seu ritmo de

crescimento mesmo aos 60 anos, como pode ser visto para a árvore 3 sob a condição de campo na interbarra de Platón.

Na figura 26, onde pode ser observada a evolução das variáveis em função das classes de idade, verifica-se que para a classe de 65-75 anos, tanto a tendência da curva de IMA_d quanto de IMA_h são decrescentes e que a curva do diâmetro à altura do peito, em forma complementar, apresenta tendência crescente, ou seja, nenhuma das três estimativas dos parâmetros parece ter estabilizado com a idade.

Os valores para IMA_d (Figura 27) variam entre 9 mm/ano para a classe de 25-30 anos até 3 mm/ano na classe de 65-75 anos, porém dentro do conjunto de dados há árvores de 57 anos crescendo entre 4 até 6 mm/ano (Anexo III – Figura 1). No que se refere ao IMA_h , têm-se na classe de 25-35 anos uma velocidade incremental em altura de 39 cm/ano, caindo para 14 cm/ano na classe de 65-75 anos. Comparativamente, em Platón as médias para a altura total estiveram em torno dos 12 m, com médias máximas de 14 m na barra, cuja encosta tinha plantio florestal. Para a condição de uso da encosta com campo as médias foram para 9 a 11 m. Observando a figura 26 destaca-se uma paridade para todas as condições, sem exceção entre os indicadores de idade e altura total, quando estabelecida a correlação para as 22 árvores coletadas entre esses dois estimadores. A correlação resultou $r = 0,64$ com uma $P < 0,05$, sendo, dessa forma positiva, elevada e significativa. Neste caso, poder-se-ia afirmar que a altura das árvores é explicada pela idade das mesmas em 64% da sua variação, pelo menos até a classe de idade de 65 a 75 anos.

A canela-preta é uma espécie pioneira, heliófila, que se desenvolve competitivamente em ambientes higrófitos. No Brasil, é exclusivamente característica das florestas e capões do Rio Grande do Sul, onde predomina em formações florestais secundárias e abertas. Estabelece-se em ambientes sombreados, com substrato organo-arenoso, com taxa geralmente baixa de germinação, demorando dentre 40-60 dias para a emergência. O desenvolvimento das plantas no campo não ultrapassa os 2 m de altura aos 2 anos de idade (LORENZI, 2009a).

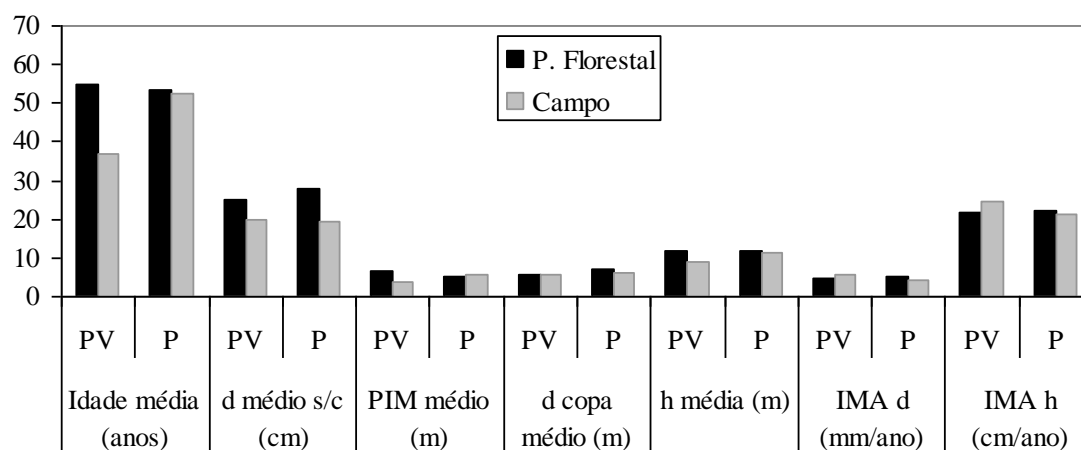


Figura 26 Distribuição das variáveis de crescimento estudadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média, incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para *O. acutifolia*, por sub-bacias, (PV e P), e por uso da encosta (P. florestal e Campo).

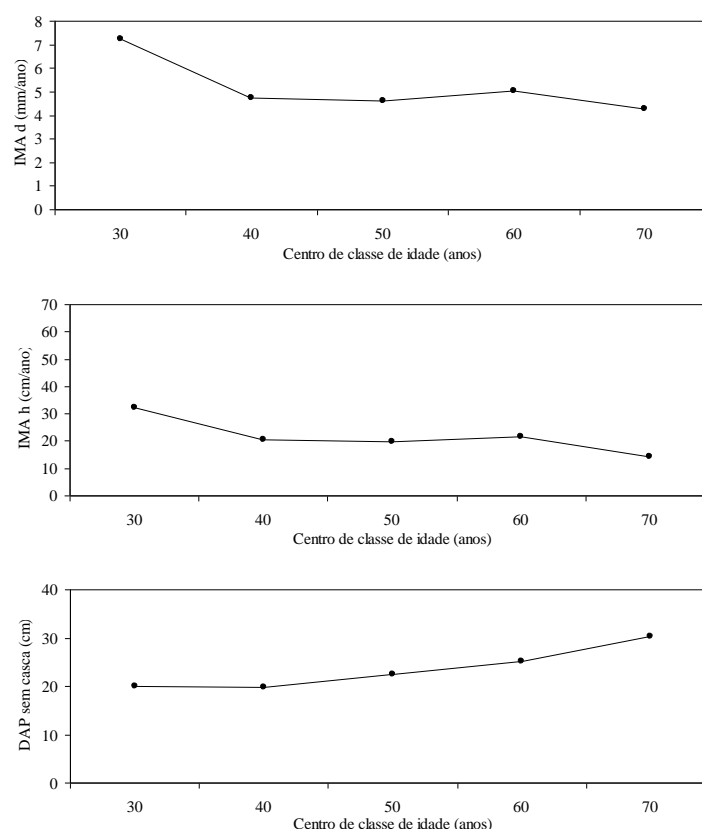


Figura 27 Evolução das variáveis, incremento médio anual ao DAP, incremento médio anual em altura e diâmetro à altura do peito sem casca, em função da idade em classes de dez anos (indicam-se os centro de classe) para *Ocotea acutifolia* – canela-preta ou laurel-negro.

No Uruguai, as árvores de maiores dimensões se encontram precisamente no norte do país, especialmente em Rivera e no departamento de Artigas no oeste. Para Floresta de Quebrada mencionam-se exemplares de até 25 m de altura e 100 cm de diâmetro à altura do peito (BRUSSA e GRELA, 2007); já para o Rio Grande do Sul, LORENZI (2009a), cita diâmetros à altura do peito de 20-30 cm e alturas totais dentre 5-10 m.

4.3.2 *Allophylus edulis*

No presente estudo *Allophylus edulis* foi definida como clímax tolerante à sombra, condição coerente com as suas características de esciófila e fotoblástica neutra, assim como com sua distribuição nos estratos verticais da floresta.

BRUSSA e GRELA, (2007) definem a *Allophylus edulis* como uma espécie de porte mediano para as condições subtropicais, atingindo os 10 m de altura no Uruguai, onde ocorre em todos os tipos de florestas, adaptando-se a diferentes ambientes e germinando sob condições de semi-sombra, cujas sementes, segundo CARVALHO (2006a), são fotoblásticas neutras¹⁴. No Brasil, ocorre como subarbusto, arbusto, arvoreta a árvore decídua, atingindo alturas de 20 m e 30 cm de DAP, com o tronco suavemente acanalado e casca de 7 mm de espessura (CARVALHO, 2006a).

Desenvolve-se em diversos tipos vegetacionais, desde a região amazônica até os campos no Rio Grande do Sul, preferencialmente em solos úmidos de planícies aluviais e início de encostas, em solo rochoso e à beira de rios. É uma espécie esciófila, que tolera baixas temperaturas. Apresenta muitas vezes hábito tortuoso, sem dominância apical definida, com bifurcações, e desrama natural fraca, sendo recomendado para plantios mistos a pleno sol (CARVALHO, 2006a). Segundo o autor, existem poucos dados sobre o crescimento da espécie, salientando que o mesmo é lento, mencionando 2,7 cm de DAP aos quatro anos de idade, com uma altura de 3,25 m em Latossolo Vermelho distroférico, Rolândia, Paraná (Embrapa Florestas / Fazenda Bimini).

Na condição de barra o vacuum apresentou uma área de copa de 707 m²/ha no estrato eufótico, 668 m²/ha no intermediário e não esteve no oligofótico. Na condição de interbarra não foi registrado no estrato eufótico, apresentando 491 m²/ha no estrato intermediário e 157 m²/ha no oligofótico, ou seja, não houve uma clara predominância

¹⁴ Espécie fotoblástica neutra: quando não apresenta diferenças significativas entre a germinação de sementes na luz e no escuro, indicando ser esta uma característica da maioria das plantas cultivadas.

da espécie no dossel (Anexo II – Tabela 1). Quando observadas as alturas dos indivíduos na barra e interbarra, a mesma foi dentre 3 e 6 metros (Anexo II – Tabela 2), sendo que o dossel na barra teve uma altura média de 9 m e na interbarra de 8 m (Tabela 10), denotando, dessa forma, que a espécie raramente encontrou-se no dossel nas sub-bacias estudadas. Como conclusão, pode-se afirmar que o *vacum* apresenta plasticidade ecológica, adaptando-se a diversas condições, ocupando o dossel quando as características da comunidade florestal onde estiver inserida assim o permitem, como nas formações secundárias, bordas de florestas, ou florestas de pouca altura, como no caso de algumas florestas ciliares no Uruguai e no Rio Grande do Sul, porém quando as comunidades são de maiores dimensões como a Floresta Ombrófila Mista Montana no Paraná, ou como na Floresta de Quebrada no Uruguai, se adapta e se desenvolve nos estratos, intermediário e oligofótico, conseguindo frutificar nessas condições.

Na literatura, não há consenso quanto ao seu grupo ecológico, já que é mencionada como pioneira, secundária inicial, clímax ou clímax exigente em luz por diversos autores¹⁵ citados por CARVALHO (2006a).

A idade não apresentou um padrão claro de distribuição no tocante às condições de sub-bacia, feições geomórficas e uso produtivo da encosta, comportando-se em forma independente com relação às três condicionantes, tal como pode ser apreciado na figura 28. A sua amplitude esteve entre um mínimo de 25 anos na barra e máximo de 67 anos em interbarra, ambos em Paso Vargas com encosta sendo mantida com campo nativo pastejado (Anexo III – Figura 2).

Quando correlacionados o diâmetro à altura do peito com a idade, a mesma foi surpreendentemente elevada ($P < 0,05$, $r = 0,74$), situação que se observa claramente na

¹⁵ SALIS, M. S.; TAMASHIRO, J. Y.; JOLY, C. A. Florística e fitossociologia do estrato arbóreo de um remanescente de mata ciliar do rio Jacaré-Pepira, Brotas, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 17, n. 2, dez 1994. 93 - 103pp.

VACCARO, S.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma floresta estacional decidual, no Município de Santa Tereza – RS. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 9, n. 1. 1999. 1-18pp.

CEZARE, C. H. G.; GANDARA, F. B.; BENARDI, A. C.; KAGEYAMA, P. Y. Distribuição dos adultos e da regeneração de três espécies arbóreas em um fragmento florestal, no Município de Arapoti – PR. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49., Salvador. Resumos. Salvador: Universidade Federal da Bahia: Sociedade Brasileira de Botânica, 1998. 328-329pp.

PINTO, J. R. R. Levantamento florístico, estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva e suas correlações com variáveis ambientais em uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso. Dissertação (Mestrado em Manejo Ambiental), Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1997. 85p.

figura 28, já que as expressões das colunas correspondentes às variáveis seguem idêntica tendência.

Os diâmetros à altura do peito sem casca foram maiores em Paso Vargas na condição de barra, da ordem dos 18 a 25 cm, ocorrendo nas classes de idade 45-55 e 65-75 anos, e os menores estiveram vinculados à classe de 25-35 anos de idade, com 9 cm (Figura 29). Os valores de incremento médio anual em diâmetro tiveram sua média máxima de 5,1 mm/ano para as árvores mais jovens em Paso Vargas na barra com encosta com plantio florestal (Anexo II – Figura 3) e os menores incrementos médios se deram na interbarra em Platón, com 2,2 mm anuais, em situação cuja encosta é campo, de árvores da classe de 35-45 anos. Observando a figura 28 verifica-se para o IMA_d que apesar de o DAP continuar crescendo ele o faz num ritmo relativamente constante e em torno de 3 mm anuais, independentemente das oscilações individuais, como pode ser visto no anexo II – figura 2.

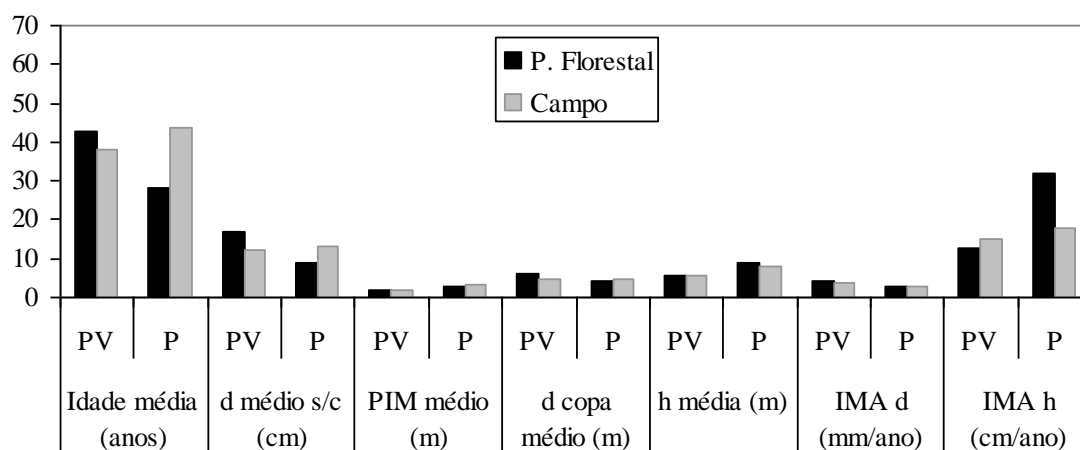


Figura 28 Distribuição das variáveis de crescimento analisadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média, incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para *A. edulis*, por sub-bacia e por tipo de uso da encosta.

A altura total para as árvores que tiveram rolos de incremento coletados foi de 4 a 11 m, advertindo que essas coletas foram realizadas somente em indivíduos do dossel ao contrário do levantamento fitossociológico. O incremento médio anual em altura decai lentamente desde uma média de 23 cm na classe de 25-35 anos para 9 cm na classe de 65-75 anos. Na figura 28, nas colunas correspondentes à estimativa do

parâmetro, se distingue a forte vinculação entre a idade e o IMA h, especialmente em Platón na condição de encosta com plantio florestal; para o conjunto de dados a $r = -0,67$ para um nível de confiança de 95%.

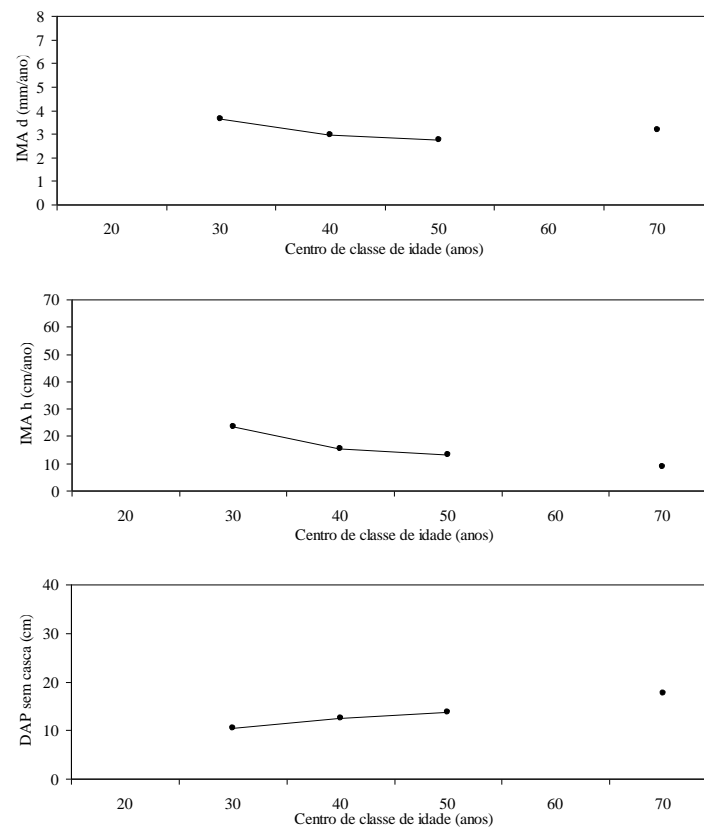


Figura 29 Incremento médio anual ao DAP, incremento médio anual em altura e diâmetro à altura do peito sem casca, em função da idade em classes de dez anos (centro de classe) para *Allophylus edulis* – vacuum ou chal-chal.

4.3.3 *Salix humboldtiana*

Salix humboldtiana foi avaliada em superfície de agradação em Paso Vargas, onde ocorreu em duas situações, barra atual e barra subatual. Foi possível verificar sequências de colonização por parte da espécie, vinculando a diminuição da idade das árvores respeitando o avanço no acúmulo de sedimentos, em direção ao canal. Sendo assim, tem-se uma primera fase colonizadora com dois pulsos, o mais antigo de 36 anos ao DAP e o outro de 21 anos no DAP, no que seria a barra subatual na figura 29 e 30b (Anexo III – Figura 4 a), e uma segunda fase de colonização também com dois pulsos, um de 17 anos ao DAP e o mais jovem com 12 anos (idade medida no DAP),

localizados na região próxima ao canal, cujas médias são apresentadas na figura 30 e a imagem na figura 31a, designada como barra atual (Anexo III – Figura 4 b).

Espécie heliófila e pioneira, o salgueiro é característica de florestas ciliares, ocorrendo em solos muito úmidos na beira de rios (LORENZI, 2008), estrategista r, adaptada à instabilidade das cotas baixas de sedimentação em ambientes de várzea (CARVALHO, 2006 b). No tocante a este aspecto, LIOTTA (2001) afirmou que os pulsos de inundação são a principal influência no estabelecimento de *S. humboldtiana* no rio Paraná inferior, Argentina. Características biológicas da espécie como a produção de grande quantidade de sementes que germinam em ambientes muito úmidos e afastados das árvores de origem, elevada velocidade de crescimento, e adaptações à inundação, têm permitido a sua sobrevivência neste tipo de ambientes extremamente dinâmicos. DEMAIO (2002), coincidentemente com LIOTTA (2001), afirma que a espécie cumpre um papel muito importante como fixador de novas ilhas no rio Paraná, conjuntamente com *Tessaria integrifolia* Ruiz & Pav. (Asteraceae), formam o chamado *Monte Blanco*. Para o Chile, SAN MARTÍN e VÉLIZ (2006) mencionam que quando a espécie se localiza em bacias fluviais, o faz em sítios com substrato de textura arenoso-franco, ou em solos úmidos e profundos distantes do curso de água.

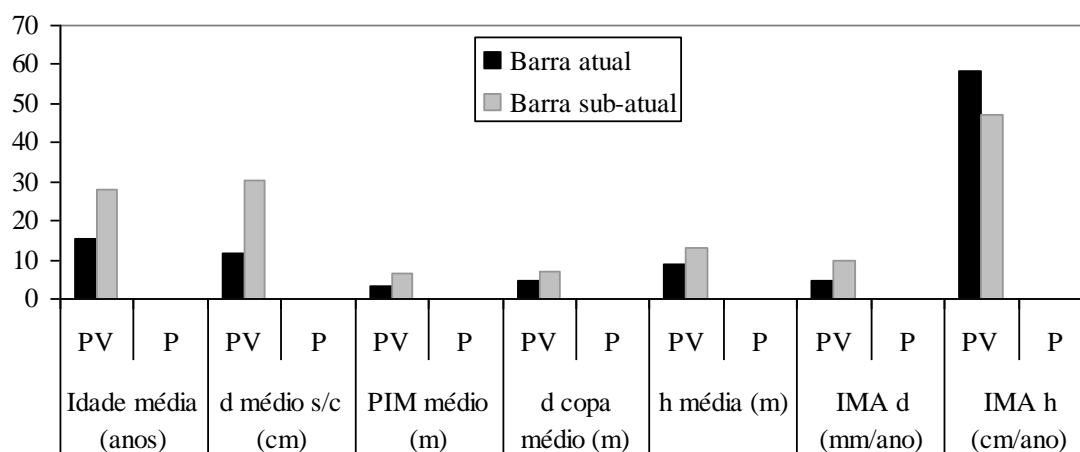


Figura 30 Distribuição das variáveis de crescimento analisadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média, incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para *S. humboldtiana*, por sub-bacia e por tipo de uso da encosta.

CURCIO (2006) classificou a espécie como hidrófila hipóxica, focando-se na sua adaptabilidade à água. Em detalhe, salientou que foi observada a efetiva adaptação da espécie à água. No entanto, não ocorreu em solos hidromórficos de saturação hídrica permanente, e sim em ambientes de saturação hídrica temporária por fluxos correntes (ambientes hipóxicos), junto ao canal do rio, apresentando crescimento vigoroso, contudo, com água estagnada (ambientes anóxicos), os indivíduos vêm diminuindo seu desenvolvimento.



Figura 31 *Salix humboldtiana*, feições nas quais foi coletado: a) barra atual em Paso Vargas; b) barra subatual em Paso Vargas; e feições nas quais foi observado: c) depósito pefítico no canal de Platón, setor campo pastejado e, d) sobre ilha de seixos rolados na foz do rio Quarai no rio Uruguai, na tríplice fronteira Argentina – Brasil – Uruguai.

A distância entre as duas fases colonizadoras é de 15 m, considerando que o incremento médio anual em altura aos 12 anos foi de 65 cm (Figura 32 – IMA_n), pode-se deduzir, e de forma aproximada, que as árvores demoram cerca de 3 anos para atingir a altura do DAP, considerando o período de estabelecimento do indivíduo. Se forem somados três anos às idades obtidas com os rolos de incremento, a sequência real de estabelecimento seria: 39, 33, 26 e 24 anos para a primeira fase, e de 20, 28 e 15 anos para a segunda. Dessa forma, o período de ocupação da superfície de agradação seria de 24 anos (diferença entre a árvore mais velha – 39 e a mais nova – 15, idades estimadas na base), ou seja, uma velocidade de avanço de 62 cm/ano no acúmulo e fixação dos sedimentos em direção ao canal do rio.

LIOTTA (2001) e CURCIO (2006) incursionaram nessa temática. O primeiro constatou a existência de uma relação direta entre o gradiente dos níveis topográficos das superfícies de agradação e dos diques marginais e as idades das comunidades de *Salix* que se encontram sobre eles, no rio Paraná. O segundo mencionou que foi evidente para as superfícies de agradação das comunidades de salgueiro do rio Iguaçu quando formadas em regimes morfoesculturalizados, as quais constituem um *front* de avanço da cobertura arbórea em franca co-evolução com a progradação fluvial, fazendo uma fundamentação de caráter estimativo para esta condição ao relacionar a largura da barra de meandro com a idade do maior indivíduo de *Salix humboldtiana*, inferindo uma dinâmica progradativa fluvial no entorno dos 40 cm/ano, bastante similar à velocidade estimada no presente estudo (62 cm/ano).

Dentre os fatores mais relevantes na incidência da acumulação de sedimentos e na instalação dos indivíduos de *Salix*, caberia esperar que a disponibilidade de água fosse um dos mais importantes, e que, por outro lado, o processo não fosse linear. Evidentemente poderia estar mais vinculado à ocorrência de enchentes, especialmente no final da primavera, época em que o salgueiro frutifica, e desvinculado dos anos com estiagens prolongadas. Traduzindo as idades dos salgueiros coletados em datas, tem-se: 1993, 1990, 1988, 1984, 1982, 1975 e 1969. A exceção de 1988, os demais anos caracterizaram-se por nível de precipitação superior à média para Rivera, de qualquer forma este seria uma hipótese mais do que uma resposta à questão do processo de co-evolução da dinâmica progradativa fluvial vinculada à espécie na bacia do rio Tacuarembó.

No concernente ao processo sucessional, na figura 30a e 30b se observa que sob as árvores totalmente sem folhas de salgueiro existe uma grande quantidade de regeneração de *Ocotea acutifolia*, espécie perene que faz uso dessa vantagem para crescer no final do inverno quando há suficiente luminosidade, preparando-se para ocupar a superfície de sedimentos, já mais consolidados pela ação do *S. humboldtiana*, e que provavelmente continue crescendo durante o período vegetativo do salgueiro, dada a grande permeabilidade lumínica que seu dossel proporciona. Há diferença nos domínios da Floresta Ombrofila Mista aluvial, neste caso particular, o salgueiro não estaria sendo substituído por *S. commersoniana* e sim por uma laurácea.

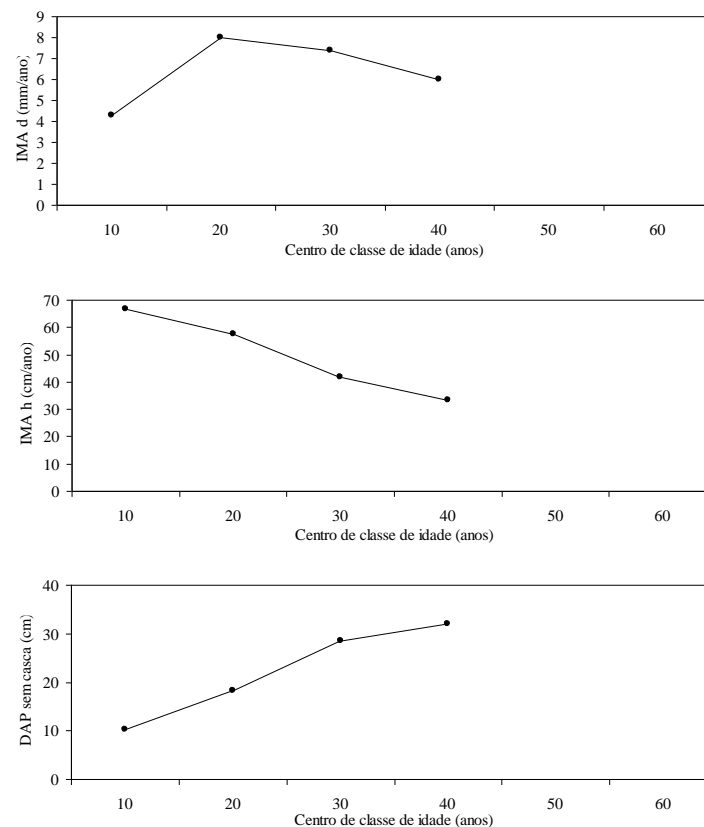


Figura 32 Incremento médio anual ao DAP, incremento médio anual em altura e diâmetro à altura do peito sem casca, em função da idade em classes de dez anos (centro de classe) para *Salix humboldtiana* – salgueiro ou sauce.

Na sub-bacia Platón, o salgueiro não foi registrado nas unidades amostrais, nem coletado como rolo de incremento, no entanto foi observado crescendo dentro do canal fluvial sobre seixos rolados, figura 31c, e na borda da floresta, sobre o canal, em grupos de dois a três indivíduos de grandes dimensões. RAMOS *et al.* (2009),

estudando a estrutura da flora arbórea da foz do rio Quaraí no rio Uruguai, detectou a presença de ilhas de seixos rolados, carregados pelo rio Quaraí a partir do desgaste dos basaltos da Formação Serra Geral e acumulados na entrada do fluxo do Quaraí no rio Uruguai, dada a dificuldade do rio menor em penetrar com seus sedimentos no canal do rio com maior energia, acumulando-se em forma de pequena ilhas de seixos. Essas ilhas têm sido colonizadas unicamente por *Salix humboldtiana*, tal como se retrata na figura 31d. Fica assim demonstrada a capacidade da espécie de colonizar ambientes com elevada dinâmica, não somente de textura do tipo de depósitos psamíticos, mas também depósitos de textura muito grossa, como os seixos.

Voltando às sub-bacias amostradas, quando comparadas as duas feições avaliadas, para todas as estimativas foram superiores os valores na barra subatual, ou seja, para as árvores de mais idade, à exceção da estimativa do incremento médio anual em altura, feito esperável já que a altura total geralmente é o primeiro parâmetro do crescimento das árvores a ser estabilizado (Figura 32).

A espécie atinge até 30 m de altura, sendo o valor médio para o Brasil, em geral, de 12 a 20 m e de 20 a 60 cm de DAP, com espessura de casca de até 25 mm, podendo alcançar 1,40 m de diâmetro. No Uruguai atinge 20 m de altura e 90 cm de DAP. Em ambos os lugares de ocorrência a tendência do fuste é ramificar a partir de 2-5 m (CARVALHO, 2006b; BRUSSA e GRELA, 2007; LORENZI, 2008). No Chile, o crescimento é relativamente rápido nos primeiros cinco anos, tanto em diâmetro quanto em altura, segundo SAN MARTÍN, J. e V. VÉLIZ (2006). Na Argentina, se desenvolve muito bem como uma árvore de porte médio a grande, atingindo entre 10 – 18 m de altura total (DEMAIO, 2002).

O diâmetro à altura do peito sem casca esteve entre 10 cm para árvores de 12 anos no DAP, até 36 cm em um exemplar de 21 anos no DAP. O incremento da variável em função da idade mostra uma tendência à estabilização na velocidade de crescimento em torno dos 40 anos, segundo consta na figura 32 - gráfico inferior.

A altura total variou entre 7,5 e 13 m e o incremento médio anual em altura reduz fortemente desde o início (12 anos), quando se incrementava a razão de 65 cm/ano, passando a se estabilizar no entorno dos 30 cm/ano.

O incremento médio anual em diâmetro à altura do peito foi inicialmente ascendente, partindo de 4 mm/ano na classe de idade de 5 a 15 anos até 8,5 mm na

classe seguinte, se bem que nessa classe atingiu valores pontuais de 21 mm/ano, segundo pode ser visto no anexo III – figura 04, logo declina rapidamente para 5 mm/ano na classe de maior idade 25 a 35 anos (Figura 32 - gráfico superior).

Foi possível ainda registrar a espessura de casca para todas as amostras de rolo de incremento, fato curioso, já que é muito comum que esta se perca ou desprenda facilmente da amostra. A mesma apresentou uma tendência ao aumento com a idade, como pode ser apreciado na figura 33, desde valores entre 2,5 a 4,5 mm em torno dos 12 a 17 anos, até 8,5 mm aos 36 anos, idade da árvore mais velha coletada, valores que aparentemente, pela tendência mostrada no gráfico, continuem aumentando com o aumento da espessura do tronco e com a idade.

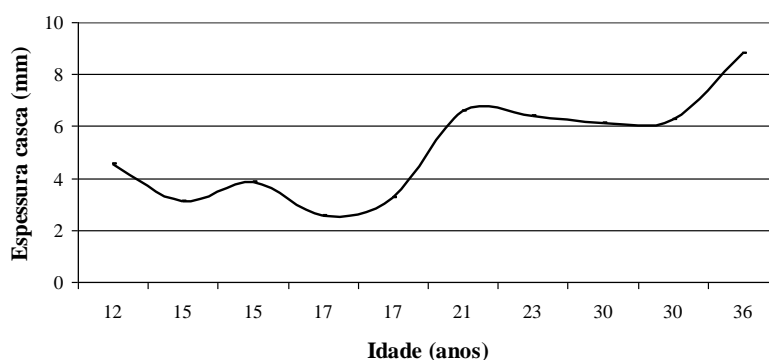


Figura 33 Incremento radial da espessura de casca em mm em função da idade em anos para *Salix humboldtiana* – salgueiro.

4.3.4 *Blepharocalyx salicifolius*

Para os exemplares *Blepharocalyx salicifolius*, coletados no dossel nas duas sub-bacias, têm-se árvores bastante antigas em Paso Vargas e muito jovens em Platón, entre 55 e 75 anos na primeira e de 23 anos na segunda (Tabela 12).

Em geral, as árvores mais velhas apresentaram os maiores valores para as variáveis de crescimento medidas. Dessa forma, em Paso Vargas os DAPs estiveram entre 12 e 23 cm e em Platón 10 cm, considerados sem casca. O ponto de inversão morfológica foi similar em todos os casos, mantendo-se no entorno dos 3,5 m. O diâmetro de copa foi maior nos exemplares de Paso Vargas (plantio florestal) com 7 m, e menor nas outras situações, campo em Paso Vargas e plantio florestal em Platón, coincidentes em 4 m.

A altura total teve a sua maior expressão na interbarra de Paso Vargas com plantio florestal com 11 m, e no restante das condições foi similar, 8,6 m e 7,8 m em Paso Vargas, plantio florestal e campo, respectivamente, e 9 m em Platón (Tabela 12).

A murta é uma das espécies mais comuns da flora uruguaia, habitando todos os tipos de florestas e ambientes, desde áreas abertas e ensolaradas até quebradas úmidas e sombreadas, adaptando-se a condições xerofíticas, onde diminui consideravelmente as dimensões de sua lâmina foliar e se torna quase arbustivo, o que levou a ser confundida com *Myrciaria tenella* (D.C.) O. Berg – cambuí. No Uruguai, em condições de adequada disponibilidade hídrica, atinge até 10 m de altura (BRUSSA e GRELA, 2007). Segundo CEUTA (2010), é muito comum observar a murta – arrayán, com forma arbustiva, com muitas rebrotas desde a base logo de ter sido cortado. CARVALHO (2006^a) também o reconhece em suas diversas formas, desde arbusto entouceirado a árvore perenifólia. As árvores maiores atingem dimensões entre 15 e 20 m de altura e 30 a 40 cm de diâmetro à altura do peito no Brasil (CARVALHO, 2006^a; LORENZI, 2009b). Para a Argentina CASTIGLIONI (1975) menciona 40 m altura e 150 cm DAP, com casca grossa e fissurada de 20 mm de espessura, para indivíduos adultos.

LORENZI (2009b) destaca a sua plasticidade ecológica classificando-a como seletiva higrófita, heliófita até esciófita, desenvolvendo-se nos mais variados ambientes ou estágios da vegetação, desde campos abertos até sub-bosques desenvolvidos. É particularmente freqüente nas florestas ciliares e no estrato intermediário dos pinhais (FOM) situados em solos úmidos. CHAGAS *et al.* (2001) a consideram como uma espécie secundária tardia ou clímax exigente em luz, encontrada no interior e na orla de ambiente ripários, ocorrendo naturalmente em solos rasos, em solos úmidos e compactos, em solos de alicive suave e de drenagem bastante lenta. Sendo, esta última classificação coincidente com a proposta no presente estudo (CL – clímax exigente em luz), em função de suas características de heliófila que tolera baixas temperaturas, cresce a pleno sol em forma monopodial, tolera durante seu desenvolvimento condições de sombreado durante boa parte de sua vida, porém busca e alcança o dossel, frutificando exuberantemente em condições de ampla luminosidade, (dossel, borda de flores e em campo aberto).

As variáveis incrementais, como podem ser observadas na figura 34, apresentaram maiores valores relacionados às menores idades, comportamento esperado, onde claramente os exemplares novos investem no crescimento em altura

visando atingir o dossel, situação que os coloca em vantagem comparativa sempre, se outros fatores de crescimento não forem limitantes, e dessa forma obter a maior luminosidade possível. Assim, o incremento médio anual em altura das árvores em Platón (39 cm/ano) triplicou de valor quando comparadas a Paso Vargas, onde foi de 14 cm/ano para plantio florestal e de 13 cm/ano em campo. O incremento médio anual em diâmetro teve tendência semelhante, contudo as diferenças entre árvores jovens e velhas foram menores, crescendo em Platón a uma taxa de 4 mm/ano, a qual dobra em magnitude se comparados com os 2 mm/ano em campo de Paso Vargas, e finalmente tiveram-se 3 mm/ano em plantio florestal em Paso Vargas.

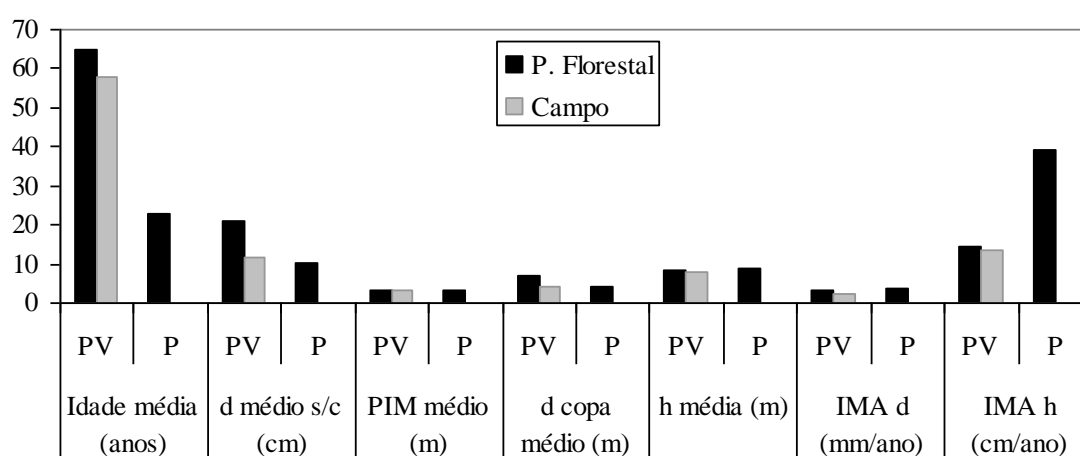


Figura 34 Distribuição das variáveis de crescimento analisadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média, incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para *B. salicifolius*, por sub-bacia e por tipo de uso da encosta.

A estabilização dos incrementos médios anuais em diâmetro e em altura ocorreu nas classes de 45-55 e de 55-65 anos, respectivamente (Figura 35), comportamento similar ao registrado para *A. edulis*. Entretanto o diâmetro à altura do peito sem casca em função da idade continua tendo taxa de crescimento ascendente até a idade na qual foram coletados rolos de incremento (78 anos).

Segundo CARVALHO (2006a), o crescimento inicial é bastante lento, avaliado em plantio em Latossolo Vermelho distroférrico, Rolândia, Paraná (Embrapa Florestas / Fazenda Bimini) atingiu 4,06 m altura média e 3,9 cm de DAP.

Cabe salientar a ausência de idades intermediárias nos exemplares coletados no dossel, estando ausentes as classes de 25-35 e 35-45 anos. Na fitossociologia se constata que efetivamente no estrato intermediário a espécie não está presente em Paso Vargas e em Platón ocorre somente no estrato oligofótico, incidindo, contudo, na regeneração natural, onde domina amplamente, verificando, dessa forma, que o comportamento se mantém, não sendo um efeito do método de coleta dos rolos de incremento. Nesse sentido, PINAZO *et al.* (2003) destacam para a floresta montana das Yungas, Salta, Argentina (1.550 m.s.n.m., precipitação média 1.287 mm/ano, sem estação seca) que a abundância e tamanho das espécies tolerantes à sombra, como *B. salicifolius* e *A. edulis*, entre outras, indicam que estas espécies são indicadoras de florestas com maior maturidade. Estando, a regeneração desses sítios também conformada por espécies tolerantes (*B. salicifolius*, *A. edulis* e *Myrcianthes* sp.) e de requerimentos intermediários em luz (GRAU e BROWN, 1998¹⁶ *apud* PINAZO *et al.*, 2003). A existência de regeneração de espécies com diferentes requerimentos poderia se relacionar com a heterogeneidade do dossel.

Para a bacia do rio Tacuarembó, *A. edulis* foi classificada como clímax tolerante à sombra e *B. salicifolius* como clímax exigente em luz, ou seja, para as condições da bacia estudada, estas espécies, se bem apresentaram valores de crescimento similares, não foram catalogadas dentro do mesmo grupo ecológico. Ainda, como já fora discutido em itens anteriores, a floresta da sub-bacia Platón estaria mais conservada que Paso Vargas, no entanto houve ampla presença de *B. salicifolius* em Paso Vargas, sendo escassa em Platón, fato que se contrapõe ao relatado pelos autores para o caso de *B. salicifolius*.

A diferença nas variáveis de crescimento, quando comparadas as duas espécies, esteve fundamentalmente no IMA_h, já que o IMA_d apresentou-se muito similar. Sendo assim, o investimento inicial no crescimento em altura feito por *B. salicifolius* estaria reafirmando sua categorização como CL. Provavelmente a espécie dependa de espaços deixados pela queda de árvores do dossel.

¹⁶ Grau, H.R. & A.D. Brown. 1998. Structure, composition, and infrared dynamics of a subtropical mountane forest of northwestern Argentina. pp. 715-726 *In* F. Dallmeier & J.A. Comiskey (eds.) Forest biodiversity in north, Central and South America, and the Caribbean: research and monitoring. Man and the Biosphere Series. Vol 21.

Com relação ao vacuum, é comum ver exemplares frutificados no interior da floresta, no entanto isso não ocorre com a murta.

Adicionalmente, como fora colocado, em Platón a cobertura de copa do estrato eufótico esteve amplamente dominada por duas espécies perenifólias (*Ocotea acutifolia* e *Pouteria salicifolia*), com mais da metade da superfície ocupada por estas, porém em Paso Vargas, ainda que houvesse domínio de *O. acutifolia* no estrato eufótico, a espécie apresentou a metade da superfície de cobertura quando comparada a de Platón, o que permite afirmar que para *B. salicifolius* as condições do estrato eufótico em Paso Vargas são mais favoráveis à entrada de luz, razão pela qual a espécie encontrou um ambiente mais propício para seu desenvolvimento. Mesmo sendo uma espécie longeva, inclusive resultando com os exemplares mais antigos para este estudo, se estabelece uma dúvida razoável com relação a sua utilização como indicador de floresta madura para as condições da bacia estudada.

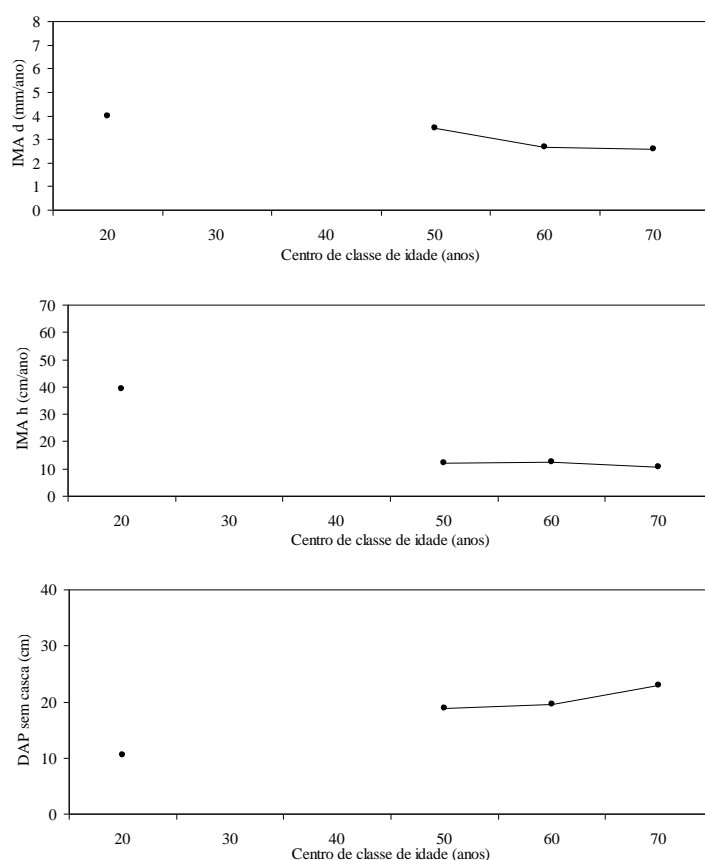


Figura 35 Incremento médio anual em diâmetro, incremento médio anual em altura e diâmetro à altura do peito sem casca, em função da idade em classes de dez anos (centro de classe) para *Blepharocalyx salicifolius* – murta ou arrayán.

GRAU (2002), estudando as relações entre a queda de árvores e a riqueza de espécies numa floresta montana no nordeste argentino, explorou essas relações em diferentes aberturas do dossel (clareiras), concluindo que somente existiu forte interação para a condição de queda de árvores agrupadas. O autor afirma que clareiras >1000 m² de regime de queda de árvores são bons estimadores da riqueza de espécies e da composição dos grupos que regeneram. Conjetura que a queda de árvores agrupadas eleva a probabilidade de que o entorno seja colonizado por espécies demandantes em luz, e reforça a importância do tamanho da clareira e da dinâmica de distúrbios e dispersão de espécies no estudo das perturbações do dossel e seus efeitos sobre a composição da comunidade e da diversidade.

Considerando a proposta de GRAU (2002) descrita anteriormente e as evidências encontradas para *B. salicifolius* no presente estudo, uma espécie clímax exigente em luz, como ausência de indivíduos em idades intermediárias, idade das árvores em Paso Vargas superior a 55 anos no DAP, presença na sub-bacia Paso Vargas e ausência em Platón, e o histórico de uso desta sub-bacia discutido na revisão de literatura, pode-se inferir que *B. salicifolius*, para as condições da bacia superior do rio Tacuarembó, é uma espécie indicadora de distúrbios no dossel vinculada à extração ou queda de várias árvores, e que esses distúrbios, para o caso particular, ocorreram há mais de 50 anos a partir de 2007, em função da idade das árvores.

4.3.5 *Scutia buxifolia*

No presente estudo, a espécie foi catalogada como clímax exigente em luz – CL, apresentando, no tocante a este aspecto, um comportamento muito similar ao de *B. salicifolius*.

Ausente na sub-bacia Platón, ocorreu em Paso Vargas em todas as condições estudadas; com 14% de percentagem de importância é a terceira espécie em ordem decrescente quanto à importância fitossociológica na sub-bacia.

As idades foram de 36 anos na barra e de 55 e 48 anos na interbarra com encosta sob plantio florestal e campo, respectivamente. Na figura 36 se observa que, à exceção da idade, todas as outras variáveis de crescimento foram superiores quando a encosta esteve sendo utilizada com campo pastejado. Independentemente do comportamento da idade, a qual se diferenciou entre feições geomórficas mais do que com relação à condição de uso da encosta, para as variáveis de crescimento o uso da

encosta aparentemente estabeleceria condições distintas ao desenvolvimento da espécie, sendo mais favorável a condição de campo, porém esta apreciação seria com base em dados exploratórios, com um tamanho amostral insuficiente para obter-se conclusões fidedignas.

As diferenças mais marcantes estiveram dadas pelo incremento médio anual em diâmetro, o qual foi de 3,7 mm/ano para campo e de 2,3 mm/ano em condição de plantio florestal, e no relativo à altura total e ao PIM, que foram de 7 e 5,1 m em encosta com campo e de 5,4 e 3,5 m em plantio florestal.

A coronilha no Uruguai é uma árvore perene com renovação de folhas intermitente ao longo do ano, com duas ou mais gerações de folhas por ano. A queda das folhas velhas ocorre de forma pouco visível durante o ano todo. Apresenta duas fases de brotação foliar, uma no outono, começando em março-abril, com máximo em maio e parando em junho. A brotação de primavera é muito mais importante, começa em finais de agosto, com seu ponto máximo em setembro e cai em outubro. Quanto à polinização e formação de frutos, a espécie é dependente dos insetos e dos visitantes florais, florescendo de setembro a outubro, apresentando autocompatibilidade. Devido à auto-incompatibilidade e à necessidade de polinizadores bióticos poderia ser sensível aos distúrbios e aos fatores que limitem a sua reprodução (GONZALEZ, 2003; TORRETTA e BASÍLIO, 2009).

Espécie subxerófita a xerófita apresenta plasticidade quanto à disponibilidade lumínica, mesmo sendo heliófita ocorre dentro da floresta com comportamento de esciófita e seletiva higrófita. No Brasil, é característica exclusiva da Floresta Ombrófila Mista – FOM e dos campos e capões do planalto meridional do Rio Grande do Sul, onde apresenta vasta descontinuidade e irregular dispersão. Ocorre preferencialmente nos capões mais desenvolvidos e nas submatas dos pinhais, situadas em solos muito úmidos, bem como em florestas ciliares (LORENZI, 2009b). No Uruguai cresce em quase todos os tipos florestais e em todo o país, e tem sido muito explorada seletivamente em função de o seu elevado poder calorífico quando usada como combustível (BRUSSA e GRELA, 2007).

Os diâmetros à altura do peito e de copa, assim como o incremento médio anual em altura foram superiores quando a encosta esteve pastejada, porém houve diferenciação quanto às condições geomórficas que acabam mascaradas pelos valores das médias, tal como pode ser advertido na tabela 12. Dessa forma, os diâmetros sem

casca estiveram entre 10 e 14 cm, os diâmetros de copa entre 1,9 e 3,2 m e o incremento médio anual em altura entre 10 e 20 cm/ano, com 12 cm/ano com encosta sob plantio florestal e 17 cm/ano com encosta pastejada (Figura 36).

Segundo LORENZI (2009b), no Brasil atinge entre 4 e 7 m de altura total, com copa muito densa e ramificada, chegando até os 20 a 30 cm diâmetro à altura do peito. No Uruguai alcança até 10 m de altura, com fuste curto e tortuoso e copa globosa bem desenvolvida (BRUSSA e GRELA, 2007). Se comparados estes valores com os obtidos neste estudo, pode-se ver que a altura total é bastante semelhante, principalmente a mencionada para o Brasil, no entanto os diâmetros foram bastante inferiores. No Uruguai é possível observar exemplares de diâmetros em torno dos 30 cm, porém a espécie tem sido muito explorada em função de sua ótima qualidade como combustível.

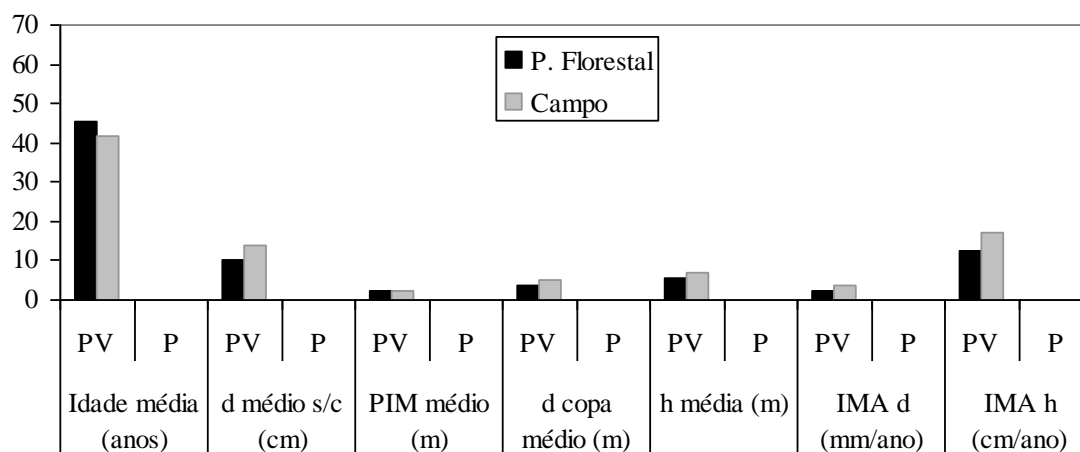


Figura 36 Distribuição das variáveis de crescimento analisadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média, incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para *S. buxifolia*, por sub-bacia e por tipo de uso da encosta.

Se considerarmos o incremento médio anual em diâmetro como um valor geral para a espécie e para todas as condições, esteve em torno de 1,7 mm/ano. Contudo no anexo II – figura 06 observou-se que inclusive as árvores de mais idade (60 anos) ainda continuaram crescendo num ritmo superior à média geral, e na figura 37 observa-se que a variável se manteve em 3 mm/ano, com um desempenho aparentemente independente da idade.

Ampliando o comportamento do incremento médio anual em função da idade, mediante observação dos gráficos do anexo II – figura 06, verifica-se nos primeiros anos que o ritmo de crescimento em diâmetro foi um tanto inferior à média, aumentando rapidamente logo a seguir, para, na sequência, cair e se manter entre 2 e 4 mm/ano. Isso ocorreu invariavelmente para todas as árvores de *S. buxifolia*, mensuradas. Portanto, é plausível esperar que as árvores mensuradas continuem mantendo seu ritmo de crescimento e que os DAPs continuem aumentando além dos 60 anos e dos 14 cm, tendência coincidente com a exposta na figura 37 - gráfico inferior onde claramente o DAP apresenta tendência crescente para a classe de 55 – 65 anos.

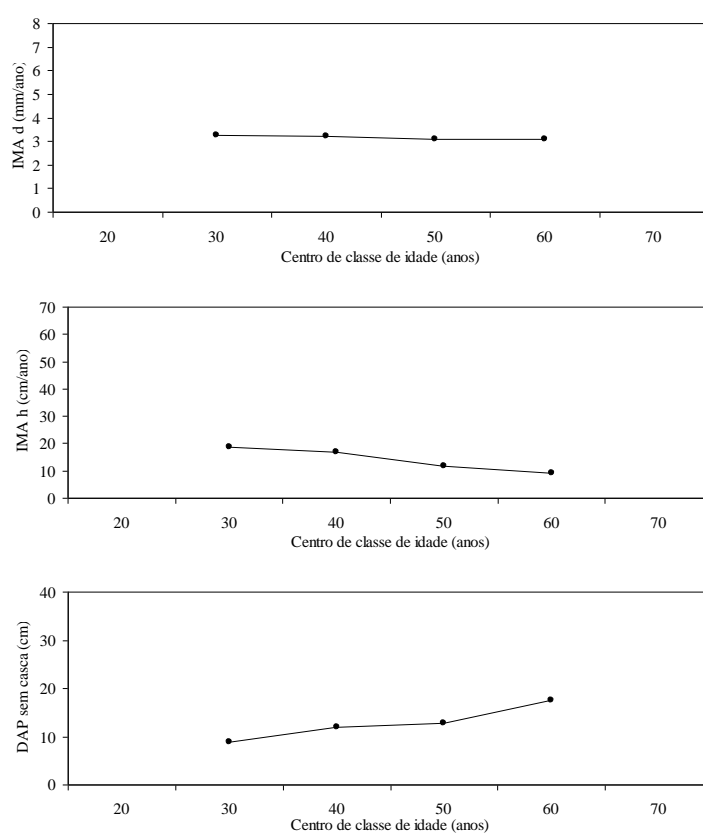


Figura 37 Incremento médio anual ao diâmetro à altura do peito sem casca, incremento médio anual em altura e diâmetro à altura do peito sem casca, em função da idade em classes dez anos (centro de classe) para *Scutia buxifolia* – coronilha ou coronilla.

Complementarmente, a espessura de casca foi de 1,8 mm com um desvio padrão de 0,45 mm (25%), como média geral.

Por fim, o incremento médio em altura apresentou declínio, ainda não estabilizado na classe de idade de 55 – 65 anos, o que indica que serão necessários mais dados, principalmente de árvores com maior idade e maiores DAPs, para poder concluir

com maior exatidão a respeito do comportamento destas variáveis. No relativo aos dados atuais, aparentemente se trata de uma espécie longeva para as condições subtropicais e para os indivíduos coletados se esperaria que atingissem pelo menos o dobro de DAP e provavelmente de idade, em função das dimensões mencionadas por LORENZI (2009b) e o ritmo de crescimento médio obtido.

4.3.6 *Ocotea pulchella*

Ocotea pulchella foi, de todas as sete espécies estudadas, a única que não apresenta ampla distribuição no país, porém nas sub-bacias onde se desenvolveu esta pesquisa houve presença frequente de exemplares da espécie, com fustes retos e ponto de inversão morfológica elevado, comparativamente aos indivíduos em geral.

A canela-lageana ocorreu nas duas sub-bacias tanto na condição de barra quanto de interbarra quando avaliada na florística. Já nas unidades amostrais foi levantada somente em Platón, onde ocorreu com maior frequência, representando 5,7% da percentagem de importância, tendo a dominância como o estimador mais significativo, constituindo-se nos exemplares de maiores dimensões da floresta, principalmente em altura e área de copa.

Caracterizada aqui como pioneira longeva, como secundária inicial por CARVALHO (2006a), como pioneira antrópica por SALIMON e NEGRELLE, (2001) e como secundária tardia em SÃO PAULO (2001).

As sementes de *Ocotea pulchella* não possuem dormência, são afotoblásticas, podendo germinar numa grande amplitude de condições lumínicas, especialmente no sub-bosque, diferindo esse padrão do observado para as espécies pioneiras de vida curta, cuja germinação se vê inibida pela luz infravermelha (PIRES *et al.*, 2009).

Ainda segundo PIRES *et al.* (2009), a faixa térmica ótima de germinação está entre 20 e 32 °C com temperatura basal estimada de 11 °C, não ocorrendo germinação a temperaturas superiores a 40 °C. Esse resultado poderia explicar a escassa germinação em clareiras onde a temperatura atinge 42 °C, considerando que a temperatura no sub-bosque nos locais testados pelo autor não superaram os 32 °C. Existindo perda de viabilidade das sementes armazenadas a seco, relacionada com o decréscimo no seu conteúdo de água, e em clareiras com escassa umidade dos solos, apresentando boa regeneração em locais úmidos e tolerância ao alagamento por períodos curtos.

Tais características das sementes confirmam a necessidade da presença de um dossel para a germinação das sementes, principalmente no relativo às condições de temperatura adequada e de umidade do solo, fato que a colocaria como pioneira longeva ou secundária inicial, que, dependendo da classificação, poderiam ser consideradas como categorias equivalentes.

Os indivíduos mensurados no presente trabalho resultaram em idades variadas, 42 anos na interbarra de Paso Vargas, 21 na interbarra e 50 anos na barra de Platón. A tendência das variáveis respeitou a sequência de idades, e para as variáveis incrementais, o IMA_d foi similar e o IMA_h diminuiu em função da idade (Figuras 38 y 39).

Os diâmetros à altura do peito foram de 11 cm aos 21 anos, de 18 cm aos 42 anos e de 22 cm aos 50 anos. Quando comparados com os valores apresentados por SCHEEREN *et al.* (2003) para Santa Maria, Rio Grande do Sul, foram bastante similares, com 11 cm aos 21 anos, 22 cm aos 40 anos e 27 cm aos 50 anos; já em Itaára, Rio Grande do Sul, os valores foram um tanto inferiores, com 11 cm aos 40 anos, 28 cm aos 65 anos, segundo SPATHELF *et al.* (2000).

O ponto de inversão morfológica esteve em 5 m com algumas árvores a 1,7 m, e a altura total entre 14 e 15 m e o indivíduo de 21 anos com 7 m.

Alcança poucos metros de altura nas formações campestres, contudo atinge dentre 25 a 30 m de altura e 50 a 80 cm de diâmetro sob condições florestais (RIZZINI, 1971). CARVALHO (2006^a) a reconhece desde arvoreta a árvore perenifólia a semidecídua, salientando que as árvores maiores atingem dimensões próximas de 30 m de altura e 120 cm de DAP, com fuste de até 10 m de comprimento; por outro lado, LORENZI (2009b) acrescenta que modifica consideravelmente as suas dimensões e época de frutificação dependendo do ambiente de ocorrência, variando em altura entre 6 e 15 m e em diâmetro de 50 a 80 cm. Para as condições do nordeste uruguaio, BRUSSA e GRELA (2007) destacam que pode atingir até 25 m de altura e 100 cm de diâmetro, caracterizando-se como perene.

Finalmente o incremento médio em diâmetro à altura do peito foi de 4,3 mm/ano e o incremento anual em altura dentre 30 e 33 cm/ano. SPATHELF *et al.* (2000) registraram alturas entre 10 e 13 m (40 e 65 anos), comparativamente inferiores levando em conta que em Itaára as idades são maiores, porém o incremento médio em

diâmetro foi inferior para o indivíduos de 40 anos (2,8 mm/ano) e para os demais foi superior ao determinado neste trabalho, 4,55 e 4,27 mm/ano para 62 e 65 anos, respectivamente.

Os maiores incrementos em diâmetro registrados para idades mais avançadas, pelos autores supracitados, coincidem com o registrado neste trabalho, tal como pode ser observado na figura 39, onde a partir da classe de idade de 45 a 55 anos a curva de incremento em diâmetro se faz mais íngreme, estabelecendo, adicionalmente, que a espécie apresenta características de longevidade, estando aos 60 anos muito aquém de estabilizar o seu crescimento.

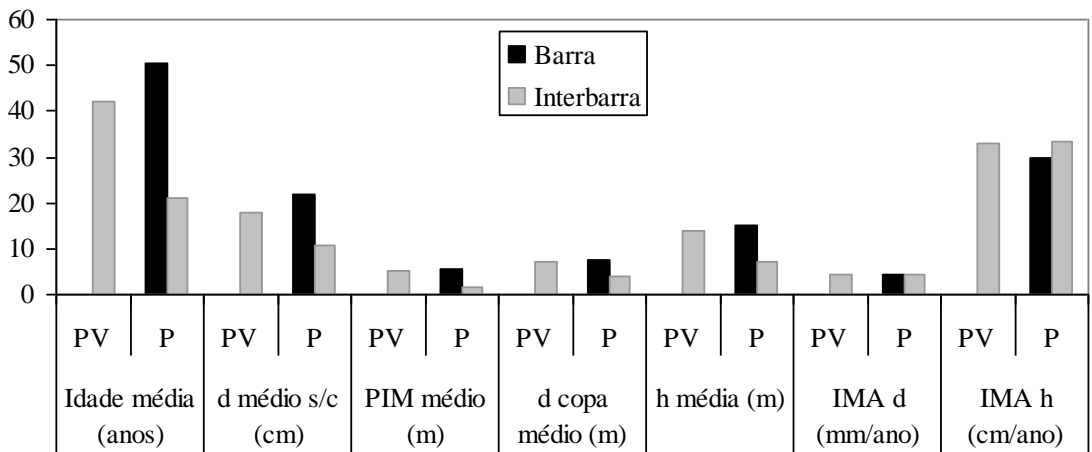


Figura 38 Distribuição das variáveis de crescimento analisadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média, incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para *O. pulchella*, por sub-bacia e por tipo de uso da encosta.

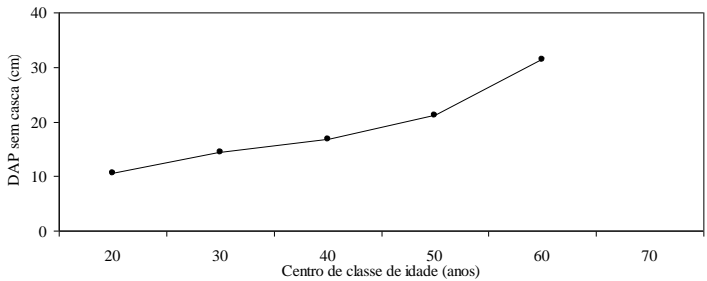


Figura 39 Incremento em diâmetro à altura do peito (DAP) sem casca em função da idade em classes de dez anos (centro de classe) para *Ocotea pulchella* – canelalageana.

4.3.7 *Sebastiania commersoniana*

A descrição do branquilha será mais extensa e abrangente se comparada com a realizada para as outras seis espécies porque as comparações realizadas com as variáveis de solo, clima, idade das populações, assim como feições geomórficas, sub-bacias e uso da encosta foram realizadas com esta espécie. Portanto, considera-se importante aprofundar as descrições e comparações desde diversos aspectos como embasamento para a discussão dos itens subsequentes.

Do ponto de vista ecológico, se caracteriza por ser uma espécie pioneira, seletiva higrófila, que cresce à beira de rios e arroios em toda a região. Na Argentina se desenvolve no Chaco Serrano, no Chaco Úmido e no Paranaense (rios Paraná e Uruguai), formando muitas vezes florestas puras. No Brasil é quase exclusiva das florestas aluviais e de galeria, principalmente em regiões de Floresta Estacional Decidual, Semidecidual (Submontana), Ombrófila Densa e Mista (Montana), na vegetação de restinga e em campo natural.

Ocorre geralmente em agrupamentos, chegando a formar populações quase puras. Trata-se, portanto, de uma espécie que se desenvolve em ambientes abertos e beira de capões de lugares úmidos até brejosos. É rara no interior da floresta primária densa. Produz anualmente moderada quantidade de sementes.

No Uruguai cresce em todos os tipos de florestas e em todo o país. Como no restante dos lugares de ocorrência, forma comunidades quase puras, especialmente em florestas aluviais associada a *Salix humboldtiana* – salgueiro, *Erythrina crista-galli* – corticeira, *Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll. Arg., *Cephalanthus glabratus* (Spreng.) K. Schum. – sarandí-branco e *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg. – sarandí-colorado, conformando, nesses casos em particular, um tipo de floresta estacional decidual aluvial, se comparada com a classificação do IBGE (1992). Também adota formas xerófitas, com abundantes galhos agudo espinhosos, até aspecto de grande árvore fustal.

Tanto no Uruguai quanto no Brasil existem populações da espécie que apresentam folhas desde aveludadas até pilosas, especialmente quando crescendo em ambientes hidrófilos (LORENZI, 2008; BRUSSA e GRELA, 2007; CARVALHO, 2003; DEMAIO *et al.*, 2002).

Nas sub-bacias estudadas ocorreu de forma integrada ao restante das espécies, tal como foi apresentado e discutido no item correspondente à fitossociologia. Em Paso Vargas ocupou o quarto lugar quanto à percentagem de importância, com 10,5%, 4,5 m²/ha de área basal e 168 m²/ha de copa; em Platón esteve em terceiro lugar, com 8,7% de percentagem de importância, 4,24 m²/ha, de área basal e 1.767 m²/ha, de área de copa.

Como se observa, as variáveis tiveram valores bastante próximos entre sub-bacias, à exceção da área de copa, contudo se comparada essa última com a superfície de copa das outras espécies resulta que o branquillo, crescendo em condições florestais, apresenta copa pequena invariavelmente (Figura 40).

Quando comparadas as feições geomórficas, barra e interbarra, surgiram diferenças para as variáveis anteriormente comparadas. Sob condição de barra, o branquillo ocupou o segundo lugar quanto à percentagem de importância, com 12%, e na interbarra esteve no quinto lugar, com 6%. Quanto à área basal, a mesma foi superior em barra, com 5,64 m²/ha, caindo na interbarra para 3,11 m²/ha, ocorrendo igual interação com a área de copa, com 2.618 m²/ha em barra e 1.468 m²/ha em interbarra.

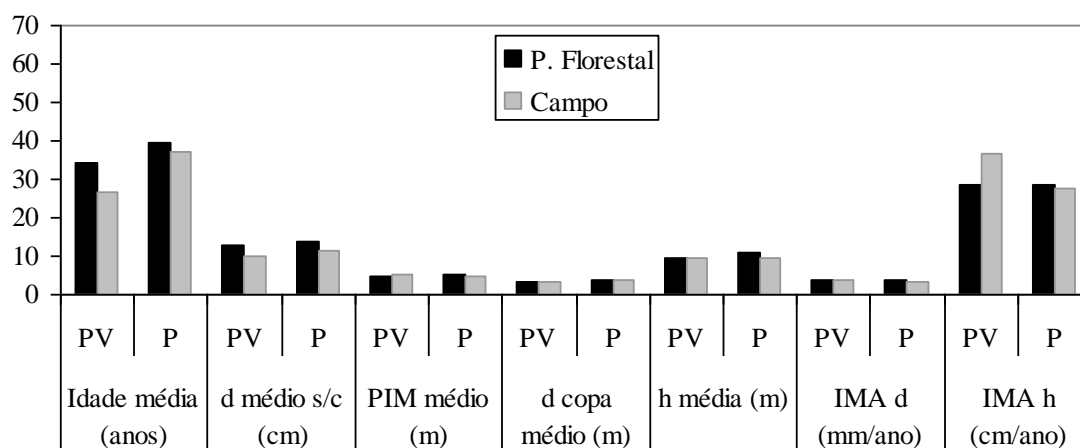


Figura 40 Distribuição das variáveis de crescimento analisadas (idade média, diâmetro à altura do peito sem casca, ponto de inversão morfológico médio, diâmetro de copa médio, altura total média, incremento médio anual ao DAP e incremento médio anual em altura total) para *S. commersoniana*, por sub-bacia e por tipo de uso da encosta.

Na figura 40 se observa que as diferenças ocorreram entre Plantón e Paso Vargas para as variáveis, idade, DAP sem casca e altura total, sendo maiores na

primeira que na segunda, e para o incremento médio anual em altura se destacou com maior velocidade em Paso Vargas sob campo pastejado.

Dessa forma, as idades médias estiveram entre 23 e 35 anos em Paso Vargas e entre 31 e 43 em Platón.

O diâmetro à altura do peito sem casca apresentou-se superior em Platón, sob condição de barra e cuja encosta esteve com plantio florestal, assumindo uma média máxima de 14,7 cm nessa condição, e média mínima de 8,1 cm em Paso Vargas, na interbarra sob condição de campo pastejado.

A altura total média esteve entre 8,6 e 11 m, onde a média máxima deu-se também em Platón sob condição de barra e com encosta com plantio florestal, e a média mínima em Paso Vargas na interbarra, com encosta plantada.

A condição que apresentou maior incremento anual médio em altura de 41 cm/ano, coincidente com a menor idade média (23 anos), ocorreu em Paso Vargas, tal como pode ser vista na figura 40. Por outro lado, o menor incremento médio desta variável ocorreu ainda em Paso Vargas na interbarra com encosta com plantio florestal, sendo de 25 cm/ano.

As outras três variáveis apresentaram comportamento homogêneo para todas as condições, o ponto de inversão morfológica teve uma amplitude de um metro, variando entre 4,3 e 5,4 m; o diâmetro de copa se alternou entre 2,8 e 4,4 m, com amplitude muito baixa (1,6 m); e o incremento médio anual em diâmetro sem casca foi desde 3,0 até 4,1 mm/ano, valores similares aos obtidos para *A. edulis*, *B. salicifolius* e *S. buxifolia*.

O diâmetro à altura do peito médio sem casca foi de 12,5 cm \pm 3,3 cm (árvores do dossel), com máximo absoluto de 23,8 cm. Para o país cita-se como diâmetro máximo 50 cm, na região nordeste, segundo BRUSSA e GRELA (2007). Para o Brasil, LORENZI (2008) observou que atingem entre 30 e 50 cm, entretanto COSMO (2008) para o rio Iguaçu, Paraná, em diferentes tipos de solo, obteve 17,8 cm \pm 2,4 cm em Gleissolo Melânico, 16,6 cm \pm 3,3 cm em Neossolo Flúvico e 15,7 \pm 3,1 m, em Depósito Psamítico.

O incremento médio anual no DAP e o diâmetro à altura do peito sem casca na figura 41 mostram tendência à estabilidade em função da idade e até a classe de 55 – 65 anos (idade máxima coletada).

A altura total média para todas as 61 árvores coletadas foi de $10 \text{ m} \pm 1,4 \text{ m}$ (árvores do dossel), com máximo absoluto de 14,7 m para um exemplar de 52 anos. Se comparada regionalmente, no Rio Grande do Sul, Brasil, segundo DE SOUZA *et al* (2010) tem-se uma média de $7,2 \text{ m} \pm 2,7 \text{ m}$ (base de dados do Inventário Florestal do Estado); LORENZI (2008) cita que cresce entre 5 e 12 m altura; COSMO (2008) no rio Iguaçu, Paraná, obteve $11 \text{ m} \pm 1,3 \text{ m}$ em Neossolo Flúvico, $8,6 \text{ m} \pm 1 \text{ m}$ em Depósito Psamítico e $8,1 \pm 0,9 \text{ m}$ em Gleissolo Melânico (tamanho amostral = 7 por tipo de solo).

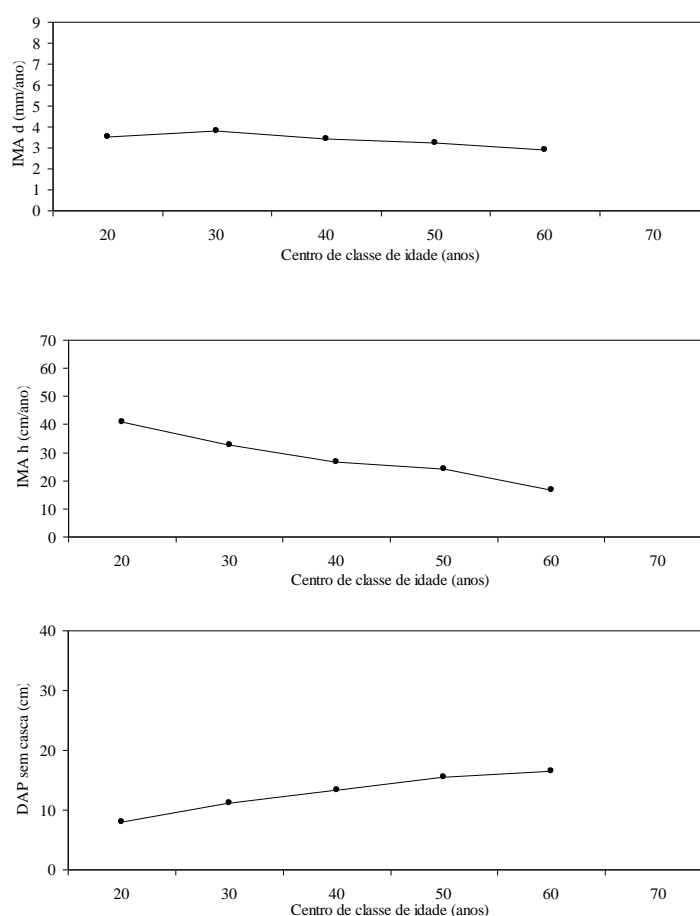


Figura 41 Incremento médio anual ao DAP, incremento médio anual em altura e diâmetro à altura do peito sem casca, em função da idade em classes de dez anos (centro de classe) para *Sebastiania commersoniana*.

Para a Argentina, DEMAIO *et al.* (2002) mencionam que apresenta porte médio com alturas entre 4 e 10 m, denotando que expressa as condições xerofítica das região do Chaco e Formosa; e para o restante do território uruguaio BRUSSA e GRELA (2007) referem um crescimento de até 15 m de altura. Dessa forma, se conclui que nas sub-bacias estudadas a espécie apresentou um desenvolvimento próximo aos máximos

estabelecidos na literatura atual e que provavelmente árvores com idades superiores às avaliadas atinjam maiores alturas já que, segundo o IMA_h em função da idade apresentado na figura 41, há tendência à diminuição na velocidade incremental, porém não estabilizado ainda na classe de idade de 55 a 65 anos. Assim sendo, poderia-se afirmar que o crescimento em altura continua ocorrendo com velocidade decrescente inferior a 20 cm/ano após os 65 anos de idade no DAP.

A correlação entre altura total e idade foi altamente significativa, com uma probabilidade $P = 0,0004$ (com 95% confiança). O valor correlação de Pearson foi de $r = 0,439^{17}$, valor aparentemente baixo, no entanto tais valores quando ajustadas equações lineares de altura em função da idade são de magnitudes semelhantes.

Comparação das variáveis para as três condições estudadas

O resultado da comparação dos valores médios das variáveis: altura total, idade, diâmetro à altura do peito sem casca, diâmetro e altura de copa para as diferentes condições de uso da encosta, feições geomórficas e sub-bacias, para *S. commersoniana*, pelo teste t, está na tabela 14.

Quando comparadas as sub-bacias, a única diferença significativa esteve vinculada com a idade dos branquilhos, sendo mais antigos em Platón, com média de $38 \pm 8,3$ anos, e menores em Paso Vargas, com 32 ± 6 anos. O fato de que os branquilhos sejam significativamente mais antigos em Platón que em Paso Vargas ratifica a idéia discutida no item referente à fitossociologia, onde se postulava que Platón apresenta características de melhor conservação do ecossistema, em contraposição à pressão antropogênica que sofre Paso Vargas.

Da comparação entre feições geomórficas surgiu também uma variável que resultou estatisticamente significativa, o diâmetro à altura do peito sem casca, significativamente maior para a condição de barra que de interbarra, com valores de $13,5 \pm 3,4$ cm em barra e para a outra condição de $11 \pm 2,7$ cm.

As barras de meandro decorrem da incorporação lateral de sedimentos provenientes das margens à montante e em geral apresentam condições físicas do solo que permitem melhor desenvolvimento radicial. O material que se acumula nessas condições apresenta quantidades expressivas de frações granulométricas grosseiras

¹⁷ O valor correlação de Pearson varia entre -1 e +1 e mede a força da relação linear entre as variáveis.

(PAULA SOUZA, 1990), o que acentua a condição de melhoria ao crescimento das raízes, assim como proporcionam maior profundidade que a interbarra e, portanto, em situações de inundação ou de anoxia por elevação do lençol freático. Estas áreas apresentam menor tempo de permanência sob tais condições de saturação, prejudiciais ao crescimento.

Tabela 14 Teste estatístico t (*Student*) para as variáveis de crescimento, altura total, idade, diâmetro à altura do peito sem casca, diâmetro de copa e altura de copa para *S. commersoniana*.

Variáveis	Estimativas	Uso da encosta		Feição geomórfica		Sub-bacia	
		Campo pastejado	Plantio florestal	Interbarra	Barra	Paso Vargas	Platón
	Número de observações - árvores (N)	29	32	26	35	25	36
Altura total (m)	Altura total média (ht) m	9,7	10,5	9,8	10,3	9,8	10,3
	Variância (S^2)	1,2	2,5	2,2	1,8	1,8	2,1
	Desvio padrão da altura total (s)	1,1	1,6	1,5	1,4	1,3	1,5
	Erro padrão da média (s_{ht})	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
	Coefficiente de variação (%)	11	15	15	13	14	14
	Estatístico t	-2,31		-1,31		-1,46	
	P($T \leq t$) duas caudas	0,02		0,20		0,07	
Idade ao DAP (anos)	Idade média ao DAP (anos)	34	37	34	37	32	38
	Variância (S^2)	74,8	51,6	53,7	71,9	35,6	68,6
	Desvio padrão da Idade (s)	8,6	7,2	7,3	8,5	6,0	8,3
	Erro padrão da média (s_i)	1,6	1,3	1,4	1,4	1,2	1,4
	Coefficiente de variação (%)	26	19	21	23	19	22
	Estatístico t	-1,71		-1,20		-3,36	
	P($T \leq t$) duas caudas	0,09		0,24		0,00	
DAP s/c (cm)	Diâmetro à altura do peito médio sem casca (cm)	11,3	13,5	11,1	13,5	12,1	12,7
	Variância (S^2)	8,3	10,8	7,0	11,4	9,4	11,9
	Desvio padrão do DAP s/c (s)	2,9	3,3	2,7	3,4	3,1	3,4
	Erro padrão da média ($s_{daps/c}$)	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6
	Coefficiente de variação (%)	26	24	24	25	25	27
	Estatístico t	-2,87		-2,95		-0,75	
	P($T \leq t$) duas caudas	0,01		0,00		0,46	
Diâmetro de copa (m)	Diâmetro de copa médio (m)	3,7	3,9	3,5	4,0	3,5	4,0
	Variância (S^2)	1,6	1,3	1,5	1,3	1,1	1,6
	Desvio padrão do diâmetro de copa (s)	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,3
	Erro padrão da média (s_{dcopa})	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Coefficiente de variação (%)	35	29	36	28	30	32
	Estatístico t	-0,80		-1,91		-1,37	
	P($T \leq t$) duas caudas	0,43		0,06		0,46	
Altura de copa (m)	Altura média de copa (m)	4,8	5,5	5,1	5,2	4,9	5,3
	Variância (S^2)	1,4	2,6	1,8	2,4	1,5	2,5
	Desvio padrão de altura de copa (s)	1,2	1,6	1,3	1,5	1,2	1,6
	Erro padrão da média (s_{hcopa})	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
	Coefficiente de variação (%)	25	29	27	30	25	30
	Estatístico t	-1,82		-0,39		-1,15	
	P($T \leq t$) duas caudas	0,07		0,70		0,26	
Valor crítico de t (duas caudas)		2,00					

Este resultado, de certa forma, surpreende se comparado com os obtidos por BARDDAL (2006) no rio Iguaçu, Paraná, Brasil, onde se destacou a plasticidade da espécie ao ser encontrada em áreas de boa drenagem e em áreas de forte saturação

hídrica; salientando que o valor de importância da espécie aumentou em função do aumento da hidromorfia do local assim como também, a umidade do ambiente. Uma conjectura plausível seria que a espécie tolera melhor que outras a condição de baixo oxigênio radicial, porém se desenvolve melhor, se comparadas às condições, em solos com melhor porosidade. Tal o caso, mencionado pelo próprio BARDDAL (2006) que concluiu que as condições hipóxicas foram limitantes para a germinação de sementes *S. commersoniana*, contudo, partes dos propágulos se mantiveram latentes enquanto submersos em água, germinando ao encontrarem um substrato melhor drenado. Ou seja, o branquilho é uma espécie com diversas adaptações que lhe permitem sobrepor condições adversas, entretanto, e da mesma forma, consegue aproveitar condições vantajosas, como solos arenosos de boa porosidade e profundidade. Tal é o caso dos Neossolos Flúvicos (Tabela 15) que ocorreram nas sub-bacias estudadas, que convergem em barras de textura Franco Argilosas a Franco Arenosas versus interbarras Argilosas a Franco Argilo Arenosas. Os primeiros apresentaram uma relação claramente preponderante da fração areia (em média: 630 g kg⁻¹ de areia, 130 g kg⁻¹ de silte e 230 g kg⁻¹ de argila), no entanto a condição de interbarra apresentou em média, para todas as parcelas avaliadas, 480 g kg⁻¹ da fração areia, 200 g kg⁻¹ da fração silte e 320 da de argila (Tabela 16).

Das três condições diferenciais estudadas, o uso da encosta foi a que apresentou duas variáveis com diferenças significativas, a altura total e o DAP sem casca, tendo melhor desempenho quando a encosta esteve sob plantio florestal. A altura total do branquilho para encosta com plantio florestal foi de 10,5 ± 1,6 m e de 9,7 ± 1,1 m para com campo pastejado; quanto ao DAP sem casca teve-se com plantio florestal 13,5 ± 3,3 cm e 11,3 ± 2,9 cm com campo na encosta.

O melhor desempenho das árvores de branquilho quando a encosta esteve com plantio florestal poderia estar vinculada, entre outras questões, ao efeito da matriz com povoamento florestal que funcionaria microclimaticamente como uma borda mais suave de amortecimento, condições que outrora pudessem ser menos favoráveis para a floresta nativa (NORTON 1998; DENYER *et al* 2006). A diminuição da velocidade do vento seria um dos efeitos, evitando períodos de dessecação e ou de fechamento de estômatos, assim como a manutenção de temperaturas mais estáveis no entorno da matriz com plantio. Em tal sentido, DE SOUZA *et al.* (2010) detectaram que em geral as matrizes de paisagem com plantios florestais em comparação com os campos pastejados eram

permeáveis e favoráveis à recomposição de três espécies pioneiras e uma secundária inicial, dentre elas *S. commersoniana*, em fragmentos de florestas estacionais no Rio Grande do Sul. Destacando que as regiões onde foram realizadas as pesquisas tinham originalmente uma matriz florestal natural com Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais.

Outra possível causa poderia estar vinculada com o solo. FARLEY *et al.* (2008) testaram a qualidade da água de córregos em microbacias pareadas (com pastagens e com plantios de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp.) no Uruguai e na Argentina. Nas bacias plantadas com *Pinus* spp. não encontraram nenhuma mudança no fluxo relativo ao pH após o florestamento, enquanto nas bacias plantadas com *Eucalyptus* spp. o pH foi, em média, 0,7 unidades menor que em córregos drenando pastagens. Procurando dilucidar o mecanismo por trás da diminuição do pH, amostraram solos e fluxos de bacias com plantio de eucalipto no Uruguai e analisaram as concentrações de cátions trocáveis, alcalinidade e carbono inorgânico dissolvido (DIC). Nesses locais, as concentrações de Ca, Mg e Na foram 30% menores em solos plantados do que em solos com pastagem e o pH foi significativamente mais abaixo a 10 cm de profundidade. As medições de fluxo realizadas durante três anos mostraram que essas alterações do solo também foram manifestadas na química da água corrente. Nas bacias com eucalipto, a concentração de cátions foi 40% menor e a alcalinidade e DIC foram a metade em água corrente. Testes com dados de outros sítios onde ambos, os pinus e eucaliptos, foram plantados nas proximidades mostraram que o eucalipto tem efeito acidificante muito mais forte que o pinus. No geral, os dados sugerem que os ciclos de colheita em algumas localidades podem afetar negativamente o estoque de cátions do solo e reduzir a qualidade da água à jusante.

Especificamente para a região, em microbacias em Tacuarembó, Uruguai, surgiram diferenças na absorção de cátions entre pinus e eucaliptos, o que indica que a espécie de árvore plantada pode desempenhar um papel mais importante do que as características regionais. Em tal sentido, HUANG e BACHELARD (1993) comprovaram, trabalhando com mudas e plantas jovens de pinus e eucaliptos, que as concentrações nos seus tecidos de Ca e Mg foram de 2 a 3 vezes maiores nas mudas de eucalipto do que nas de pinus, em todos os níveis de acidez do substrato, devido à maior absorção desses elementos pelo eucalipto. Essas diferenças podem explicar

parcialmente as diferenças de acidificação entre as espécies do sítio em Tacuarembó, resultando que o eucalipto poderia ser um forte acidificante, mais do que o pinus.

A retenção de íons no solo depende da acidez, diminuindo a fixação dos cátions com o aumento da mesma. Isto ocorre porque a capacidade de troca catiônica, traduzida como o número de cargas disponíveis na superfície dos argilominerais para reter cátions, passa a ser ocupada pelo hidrogênio porque a força de retenção do hidrogênio é maior que a do cálcio, magnésio, potássio e sódio, em ordem decrescente. Os íons de hidrogênio tendem, assim, a deslocar todos os cátions, favorecendo o processo de lixiviação que abastece os aquíferos confinados (RICKLEFS, 1996).

CÉSPEDES-PAYRET *et al.* (2009) sugerem que há migração de cátions em subsuperfície em função do efeito acidificante do solos sob plantio com *Eucalyptus* sp, especialmente de Ca e Mg. Para o presente estudo, onde os solos são extramamente permeáveis – Neossolos Flúvicos Tb Distróficos Típicos, com texturas desde Franco Arenosa até Franco Argilosa (Tabelas 15 e 16) nas áreas de floresta ciliar e Luvisolos e Argisolos (MGAP, 2001; EMBRAPA, 2006) de textura arenosa nas encostas. Haveria em seguida, um efeito de fertilização da floresta ciliar, localizada numa situação topográfica inferior. Tais solos apresentam escasso teor de matéria orgânica e baixa quantidade de argila, especialmente os das encostas. Como a fertilidade depende em grande parte do tipo e do conteúdo de argila assim como do conteúdo de matéria orgânica, a capacidade de armazenar nutrientes ficaria comprometida ao ser potencializado o processo de perda no longo prazo.

Entretanto, FARLEY *et al.* (2008) salientam que pesquisas adicionais em locais onde existem as duas espécies seriam necessárias para uma compreensão melhor e mais detalhada do efeito das espécies. No caso das sub-bacias estudadas, as plantações foram feitas com os dois gêneros na mesma encosta, *Eucalyptus* na encosta alta e média e *Pinus* na encosta baixa. Dessa forma, inclui-se outras variáveis no sistema, aumentando a complexidade resultante.

Ainda, e voltando à primeira conjectura, DE SOUZA *et al.* (2010) comentam que em função do manejo silvicultural efetuado sobre as plantações florestais, o efeito de amortecimento seria interrompido em ciclos. Para o caso das sub-bacias estudadas, a colheita é realizada a cada 18 a 20 anos no caso dos *Eucalyptus* spp. e 24 anos para *Pinus* spp., uma vez que são plantios para serraria, o que denota prazos talvez mais longos para avaliar os efeitos, e as idades dos branquinhos ainda poderiam ser escassas para essa

possibilidade, já que as mais jovens têm cerca de 24 anos e, portanto, não sofreram o efeito da retirada das árvores da encosta ou isto ocorreu quando ainda não haviam atingido o dossel.

4.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS SOLOS

Os solos dos locais de coleta são desenvolvidos sobre arenitos quartzosos não calcáreos, normalmente com baixa saturação de bases, baixa fertilidade e baixos teores de carbono orgânico. Contudo, esses solos possuem boa capacidade de estoque de água em períodos de alta evaporação porque são profundos (>1m), considerando as condições subtropicais, bem drenados e com textura variando desde Franco Argiloso até Franco Argilo Arenoso em Paso Vargas e em Platón desde Franco Argilo Arenoso até Franco Arenoso (Tabela 15).

Caracterizados como Neossolo Flúvico Tb Distrófico Típico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), e como Fluvisol Isotextural Ocrico e Fluvisol Heterotextural Ocrico, segundo o sistema uruguaio de classificação de solos (MAP, 1976; MGAP, 2001), informação apresentada na tabela 15.

Tabela 15 Classificação dos solos segundo os sistemas de classificação, uruguaio e brasileiro, para cada unidade amostral – U.A.

U.A.	Uso/feição geomórfica	Relação Silte 40/80 cm %	Relação Areia 40/80 cm %	Subgrupo	Categoria no Sistema Uruguaio	Categoria no Sistema Brasileiro
Paso Vargas - Formação Rivera						
1	Campo/Barra	0,00	0,00	Isotextural	Fluvisol Isotextural Ocrico	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico Típico
2	Campo/Interb.	0,15	0,31	Heterotextural	Fluvisol Heterotextural Ocrico	
4	P. florestal/Barra	0,15	0,08	Isotextural	Fluvisol Isotextural Ocrico	
5	P. florestal/Interb.	0,40	0,37	Heterotextural	Fluvisol Heterotextural Ocrico	
Platón - Fm. Tacuarembó						
7	Campo/Barra	0,45	0,16	Heterotextural	Fluvisol Heterotextural Ocrico	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico Típico
8	Campo/Interb.	0,15	0,00	Isotextural	Fluvisol Isotextural Ocrico	
9	P. florestal/Barra	0,43	0,04	Heterotextural	Fluvisol Heterotextural Ocrico	
10	P. florestal/Interb.	0,13	0,00	Isotextural	Fluvisol Isotextural Ocrico	

Tabela 16 Características dos solos, químicas: pH, bases, fósforo e matéria orgânica, e físicas: densidade e granulométrica por sub-bacia e formação geológica, assim como por feição geomórfica e uso produtivo da encosta, para três profundidades (5, 40 e 80 cm).

Uso/feição geomórfica	pH		M.O. (%)	P (ppm)	K	Ca	Mg	Na	Mn	SB	Ds (g cm ⁻³)	Areia	Silte (g Kg ⁻¹)	Argila
	H ₂ O	KCl												
Paso Vargas - Formação Rivera														
0-5 cm														
Campo/Barra	5,00	4,40	5,40	20,00	0,30	14,50	4,80	0,11	0,27	19,98	1,23	390,00	280,00	330,00
Campo/Interb.	5,30	4,60	3,20	5,00	0,35	14,50	5,00	0,09	0,26	20,20	1,12	400,00	260,00	340,00
P. florestal/Barra	5,10	4,60	4,00	10,00	0,30	12,00	3,30	0,07	0,20	15,87	1,13	570,00	200,00	230,00
P. florestal/Interb.	5,30	4,60	2,40	4,00	0,30	10,20	3,60	0,09	0,15	14,34	1,13	590,00	180,00	230,00
40-45 cm														
Campo/Barra	5,70	4,60	2,80	2,00	0,11	13,40	4,00	0,14	0,08	17,73	1,36	410,00	210,00	380,00
Campo/Interb.	6,00	4,80	2,10	2,00	0,09	15,70	5,50	0,11	0,15	21,55	0,98	290,00	270,00	440,00
P. florestal/Barra	5,90	4,70	0,90	2,00	0,08	7,80	2,90	0,09	0,04	10,91	1,43	640,00	130,00	230,00
P. florestal/Interb.	5,70	4,50	1,20	1,00	0,11	9,40	3,90	0,13	0,06	13,60	1,05	600,00	150,00	250,00
80-85 cm														
Campo/Barra	6,00	4,60	1,40	1,00	0,15	13,10	4,50	0,19	0,07	18,01	1,13	410,00	210,00	380,00
Campo/Interb.	6,20	4,90	1,60	1,00	0,11	14,50	4,50	0,13	0,06	19,30	0,98	380,00	230,00	390,00
P. florestal/Barra	6,00	4,80	1,20	2,00	0,09	9,80	3,60	0,11	0,05	13,65	1,19	590,00	150,00	260,00
P. florestal/Interb.	6,10	4,50	1,40	1,00	0,18	18,70	8,40	0,30	0,04	27,62	1,04	220,00	210,00	570,00
Platón - Formação Tacuarembó														
0-5 cm														
Campo/Barra	5,50	4,70	1,00	5,00	0,35	6,20	2,30	0,04	0,08	8,97	0,73	830,00	30,00	140,00
Campo/Interb.	5,10	4,50	2,40	6,00	0,26	9,40	2,70	0,07	0,18	12,61	1,25	680,00	180,00	140,00
P. florestal/Barra	5,40	4,60	1,30	3,00	0,17	6,90	2,40	0,06	0,09	9,62	1,32	760,00	70,00	170,00
P. florestal/Interb.	5,10	4,50	2,40	6,00	0,26	9,40	2,70	0,07	0,18	12,61	1,24	680,00	180,00	140,00
40-45 cm														
Campo/Barra	5,90	4,80	0,80	2,00	0,09	5,50	1,90	0,06	0,05	7,60	1,32	810,00	50,00	140,00
Campo/Interb.	5,90	4,70	1,20	2,00	0,14	10,20	3,90	0,11	0,06	14,41	1,12	600,00	150,00	250,00
P. florestal/Barra	5,70	4,70	1,00	2,00	0,11	7,30	2,60	0,07	0,08	10,16	1,51	760,00	70,00	170,00
P. florestal/Interb.	5,90	4,70	1,20	2,00	0,14	10,20	3,90	0,11	0,06	14,41	0,84	600,00	150,00	250,00
80-85 cm														
Campo/Barra	6,00	4,80	0,80	1,00	0,11	7,50	2,70	0,07	0,04	10,42	1,26	700,00	110,00	190,00
Campo/Interb.	5,90	4,60	0,90	2,00	0,14	10,50	5,00	0,15	0,07	15,86	1,08	600,00	130,00	270,00
P. florestal/Barra	6,20	5,00	0,60	2,00	0,10	7,30	2,70	0,07	0,04	10,21	1,15	730,00	100,00	170,00
P. florestal/Interb.	5,90	4,60	0,90	2,00	0,14	10,50	5,00	0,15	0,07	15,86	1,06	600,00	130,00	270,00

4.5 INTERAÇÃO ENTRE O CRESCIMENTO DE *Sebastiania commersoniana* E VÁRIÁVEIS DO SOLO

4.5.1 Definição das variáveis latentes

O propósito desta análise foi o de obter um pequeno número de fatores que reúnam a maioria da variabilidade contida nas sete variáveis. Sendo o método de componentes principais o selecionado, o mesmo pressupõe uma comunalidade¹⁸ inicial igual a um, assumindo que toda a variabilidade nos dados se deve aos fatores em comum. Para estabelecer o limite entre os fatores escolhidos e os que seriam rejeitados utilizou-se o critério da percentagem de variância¹⁹, abordagem que se baseia na conquista de um percentual cumulativo especificado da variância total extraída por fatores sucessivos (JOHNSON e WISCHERN, 1998).

No presente caso, três fatores foram extraídos, que em conjunto explicam 96% da variabilidade dos dados originais (Tabela 17). A terceira componente obteve um autovalor de 0,9, porém explicou 14 % da variação dos dados e permitiu atingir uma variância cumulativa superior a 95% (pré-estabelecida como desejada), motivo suficiente para ser incluída como variável substituta ou estatística.

Tabela 17 Fatores resultantes da análise fatorial das sete variáveis de crescimento de *S. commersoniana*, autovalores, percentagem de variância explicada por cada fator e percentagem de variância explicada acumulada.

Fator	Autovalor	Percentagem de variância	Percentagem de variância acumulada
1	3,768	53,8	53,8
2	1,958	28,0	81,8
3	0,997	14,2	96,0
4	0,148	2,1	98,2
5	0,123	1,8	99,9
6	0,004	0,1	100,0
7	0,002	0,0	100,0

¹⁸ A comunalidade representa a quantia total que uma variável original compartilha com todas as outras variáveis incluídas na análise, ou seja, se temos uma unidade que seria igual à variância total, a comunalidade é a parte dessa variância que é comum a todos os fatores – *variância extraída*, e o restante da variância se corresponde com a variância específica a cada variável e de erro – *variância perdida* (HAIR *et al.*, 2005).

¹⁹ O critério de percentagem de variância para ciências naturais implica que o procedimento de obtenção de fatores não deveria ser parado até os fatores extraídos explicarem pelo menos 95% da variância ou até o último fator explicar apenas uma pequena parcela – menos de 5% (JOHNSON e WISCHERN, 1998).

Para facilitar a interpretação dos dados, realizou-se uma rotação do tipo ortogonal da matriz fatorial. A rotação melhora a interpretação, reduzindo algumas ambigüedades que frequentemente acompanham a análise preliminar, obtendo-se fatores teoricamente significativos e, se possível, uma estrutura fatorial mais simples. Assim sendo, se observa na tabela 18 que o primeiro fator está composto por quatro variáveis: o diâmetro à altura do peito, o diâmetro de copa, a idade e o inverso do incremento médio em altura.

O segundo fator se compõe com as variáveis de altura total e do ponto de inversão morfológica e o terceiro fator apresenta uma forte vinculação com o incremento médio anual em diâmetro. A maior carga do fator 1 dá-se com a idade (0,98), o que representa ser a variável responsável por separar as sub-bacias, na sequência ocorre o incremento médio anual em altura (- 94), no sentido oposto, o que é esperado já que o IMA_h diminui com a idade, após estão o diâmetro à altura do peito e o diâmetro de copa em proporções similares (0,75 e 0,72, respectivamente), variáveis cujo incremento geralmente está muito em função da idade.

O segundo fator se estrutura com o ponto de inversão morfológica, representado 0,95 da variabilidade e a altura total, com 0,81, finalmente o terceiro e último fator encontra-se absolutamente dominado pelo incremento médio anual explicando 0,99 de sua variância.

Tabela 18 Pesos dos fatores depois de realizada a rotação ortogonal varimax.

	Fator 1	Fator 2	Fator 3
d (cm)	0,75	0,22	0,62
d copa (m)	0,72	0,57	0,25
h (m)	0,35	0,81	0,39
idade (anos)	0,98	0,17	0,02
IMA d (cm/ano)	-0,01	0,13	0,99
IMA h (m/ano)	-0,94	0,32	0,04
PIM (m)	-0,17	0,95	0,01

Na tabela 19 encontram-se os valores das comunalidades em ordem decrescente. Observa-se que todas as sete variáveis apresentaram níveis elevados de comunalidade, o que significa que todas são relevantes para explicar a variância total. O incremento médio anual em diâmetro, a idade e o diâmetro à altura do peito contribuem com mais de 99% para a variabilidade total, o incremento médio anual em altura com 98%, as variáveis PIM e altura total com 93% e 92%, respectivamente, e o diâmetro de copa com 90%. Desta forma, todas são aceitáveis para serem mantidas como componentes dos fatores em função da suas elevadas contribuições, não comportando como candidatas à eliminação.

Tabela 19 Comunalidade resultante da análise fatorial das sete variáveis de crescimento de *S. commersoniana*, variância explicada por cada variável.

Nº	Variável	Comunalidade estimada	Nº	Variável	Comunalidade estimada
1	IMA d (cm/ano)	0,993	4	IMA h (m/ano)	0,985
2	idade (anos)	0,991	5	PIM (m)	0,935
3	d (cm)	0,991	6	h (m)	0,922
			7	d copa (m)	0,906

O fator um será reconhecido como o fator idade, o fator dois como o fator altura e o fator três como incremento em diâmetro. Para visualizar de forma mais clara o efeito dos fatores, apresenta-se uma figura com a ordenação surgida a partir da análise fatorial, onde são representadas as unidades amostrais identificadas com as iniciais da sub-bacia e o número de parcela na figura 42 à esquerda; à direita colocou-se num mesmo gráfico a distribuição anterior somada aos vetores das variáveis – resposta, consideradas na ordenação das unidades amostrais. Deve-se levar em conta que se bem a representação é bidimensional – *biplot*, como se tem três fatores, a mesma certamente deveria ser tridimensional, dessa forma tem-se o primeiro eixo no sentido horizontal, o segundo eixo no sentido vertical e o terceiro se projeta em forma perpendicular aos outros dois (no caso, em direção ao leitor).

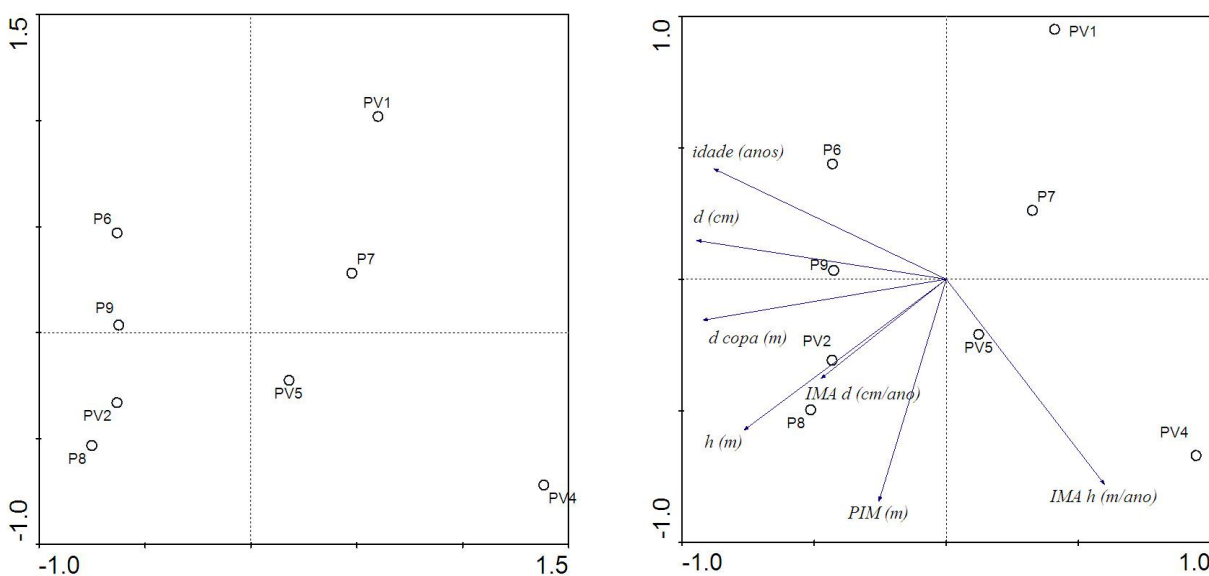


Figura 42 Representação gráfica do agrupamento obtido a partir da análise de componentes principais – ACP, utilizando as variáveis de crescimento de *S. commersoniana*, para separar as unidades amostrais por sub-bacia.

A ordenação sugerida a partir da figura 42 proporciona o entendimento de dois grupos separados pelo eixo vertical, o grupo localizado à esquerda está claramente vinculado com a sub-bacia Platón e o grupo da direita com Paso Vargas. Quando relacionados os fatores com os eixos e os grupos deve-se pensar na distância entre as setas das variáveis e as parcelas, lembrando que a seta do IMA_d é perpendicular aos outros dois na terceira dimensão. As parcelas de Platón P6, P8, P9, e a parcela 2 de Paso Vargas – PV2, conformam um grupo que apresenta os maiores valores de idade, DAP e d copa, ponto de inversão morfológica, altura total, de forma positiva e o IMA_h , em forma negativa, ou seja, esse grupo está vinculado aos fatores idade e altura, definidos anteriormente. Com relação ao terceiro eixo o fator incremento em diâmetro também conforma dois grupos, porém separados pelo eixo horizontal, e vinculado à sub-bacia Paso Vargas, com as parcelas PV2, PV5 e PV4 e a parcela P8 de Platón, sendo as parcelas onde o incremento médio anual é superior, funcionando de forma complementar ao agrupamento estruturado pelos fatores idade e altura, o qual se apresenta de forma lógica dado que o IMA_d diminui com a idade.

Dessa forma, se confirma que as diferenças advindas das sub-bacias expressadas nas variáveis de crescimento de *S. commersoniana* são coerentes com os resultados obtidos para os indicadores de diversidade e para a florística. Salienta-se que Paso Vargas apresentou maior número de espécies, porém esse maior número esteve representado fundamentalmente por espécies pioneiras e exóticas invasoras, no entanto em Platón os indicadores de diversidade tiveram melhor desempenho; sob a premissa de que menores valores de diversidade, para comunidades de natureza similar, evidenciam maior alteração antropogênica, assim como a presença de espécies exóticas e de pioneiras, pode-se então inferir que Platón apresenta melhor estado de conservação que Paso Vargas, e que esse fator é o de maior relevância para o desenvolvimento das espécies arbóreas presentes nessas sub-bacias. Ainda, diferenças vinculadas com o uso da encosta e com as condições geomórficas ficaram perfiladas, porém não se obteve significância estatística.

4.5.2 Correlação com as variáveis físicas e químicas do solo

Para verificar a correlação entre as variáveis de crescimento de *S. commersoniana* e as características químicas e físicas dos solos, e como essas correlações se refletem nas sub-bacias foi utilizado uma análise de agrupamento restrita. Isso significa que à diferença da análise de fatorial, onde não se fazia restrição de nenhum tipo, neste caso definem-se

variáveis – resposta (*explanatory variables*) e variáveis ambientais (neste caso as variáveis de solo), para poder achar quais variáveis ambientais explicam melhor o desempenho das variáveis – resposta, no caso as que expressam o crescimento do branquilha.

Tal como foi colocado no procedimento metodológico, foi realizado primeiramente um estudo do gradiente dos dados a partir de uma análise discriminante para definir, em função do tamanho do gradiente, qual tipo de análise de agrupamento restrita seria utilizada. Obteve-se como resultado um gradiente menor que quatro, por tanto e segundo o recomendado na literatura utilizou-se uma análise de agrupamento restrita com método linear: chamada *Redundancy Analysis* – Análise de Redundância – RDA (LEPS e SMILAUER, 2005). O princípio subjacente desta análise é desenvolver uma combinação linear para cada conjunto de variáveis (independentes e dependentes) para maximizar a correlação entre os dois conjuntos (HAIR *et al*, 2005).

Em um primeiro momento foi feita a análise com os valores de solos dos primeiros 5 cm e logo com os valores aos 80 cm de profundidade, para todas as oito unidades amostrais e com as sete variáveis de crescimento do branquilha, já que na análise fatorial anterior, foi definido que todas eram importantes para explicar a variância total.

Na figura 43 está a representação gráfica da análise de redundância – RDA, mostrando as correlações entre as variáveis de crescimento de *S. commersoniana* e características físicas e químicas do solo a 5 cm de profundidade, assim como a ordenação das unidades amostrais em função das correlações resultantes.

A análise de redundância é um tipo de análise canônica²⁰ que gera como resultado uma medida da força de relação entre dois conjuntos de múltiplas variáveis (variáveis estatísticas canônicas dependentes e variáveis estatísticas canônicas independentes). A medida da força da relação entre essas duas variáveis estatísticas é expressa como o coeficiente de correlação canônica – R_c . O teste de significância²¹ do primeiro eixo canônico foi significativo ($F = 6,158$; autovalor = 0,606; e $P = 0,038$), assim como também foi significativo para todos os eixos²², ou seja o teste multivariado para todas as raízes canônicas ($F = 3,474$; traço = 0,723; $P = 0,04$).

²⁰ A análise de correlação canônica é um modelo estatístico multivariado que facilita o estudo de inter-relações entre conjuntos de múltiplas variáveis dependentes e múltiplas independentes (HAIR *et al*, 2005).

²¹ Teste de Monte Carlo.

²² Traço de Hotelling.

Observa-se que as variáveis de solo – *variáveis ambientais* foram significativas na distribuição das unidades amostrais, todas as parcelas de Platón formaram um grupo compacto visível na figura 43 (gráfico da esquerda) no quadrante esquerdo negativo (P6, P7, P8, e P9); e de forma complementar as parcelas de Paso Vargas PV2 e PV5 ficaram conectadas ao eixo dois – vertical, enquanto que PV1 e PV4 ao eixo um – horizontal.

A correlação com o primeiro eixo (horizontal) e as variáveis de solo a 5 cm deu-se com SB (soma de bases, $r = 0.66$) e com % argila (conteúdo de argila, $r = 0.63$); logo o segundo eixo (vertical) correlacionou-se com M.O. (teor de matéria orgânica, $r = 0.68$). Inicialmente a análise foi testada com todas as variáveis de solo detalhadas na tabela 17, porém muitas delas apresentaram multicolinearidade, portanto se escolheram variáveis que representassem da melhor maneira o restante das mesmas, assim a percentagem de argila representa, além de si própria o contrário do teor de areia e positivamente a densidade, a soma de bases representa todos os cátions e o teor de matéria orgânica, a si mesma, mantendo-se dessa forma três das onze variáveis originais (Tabela 16).

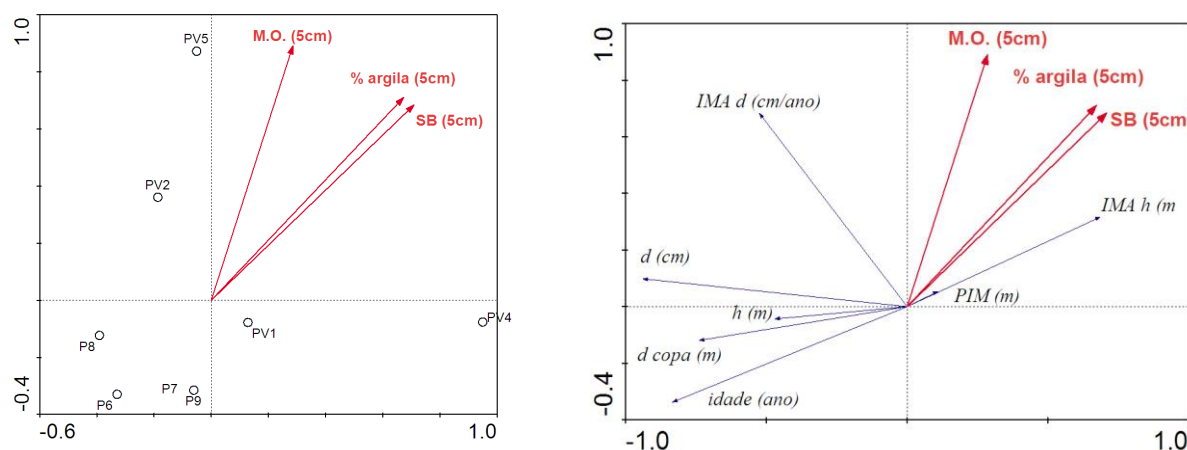


Figura 43 Representação gráfica da análise de redundância – RDA, mostrando as correlações entre as variáveis de crescimento de *S. commersoniana* e características físicas e químicas do solo a 5 cm de profundidade, e o agrupamento das parcelas.

Assim sendo, ficou evidenciado para Platón que as variáveis ambientais que incidiram no agrupamento das unidades dessa sub-bacia foram: o menor teor de argila, de matéria orgânica e bases totais e o maior conteúdo de areia, isto pode ser confirmado na tabela 16. As parcelas de Paso Vargas PV2 e PV5 apresentaram forte correlação com o eixo dois, como já fora mencionado, portanto com o teor de matéria orgânica, na tabela 16 elas se

correspondem com: plantio florestal/barra com 4,0 % de M.O., e campo/barra com 5,4 % de M.O., sendo efetivamente as unidades amostrais que tiveram o maior conteúdo de matéria orgânica. Finalmente as parcelas PV4 e PV5 – campo/barra e interbarra foram as que apresentaram maior conteúdo de bases e de argila, então no *biplot* elas estão equidistantes das pontas dos vetores para essas variáveis, e a PV1 apresentou o menor valor para soma de bases e teor de matéria orgânica assim como, junto com PV2, a menor percentagem de argila.

Todas as parcelas em Platón partilharam valores similares das variáveis de solos diferenciando-se ao mesmo tempo das parcelas de Paso Vargas. No relativo à textura, a percentagem de areia foi maior em Platón, de 68 a 83 % e menor em Paso Vargas 39 a 59 %; entretanto a percentagem de argila foi superior em Paso Vargas 23 a 34% e inferior em Platón, 14 a 17 %. Quanto aos teores matéria orgânica eles estiveram entre 1 a 2,4 % em Platón, entretanto para Paso Vargas duplicaram a magnitude, ficando entre 2,4 e 5,4 %. Os cátions em geral variavam em consonância com a soma de bases para: Ca, Na, Mg, Mn e o P; no entanto o potássio não apresentou variação, sendo a soma de bases de 9 a 12,6 meq.100 g⁻¹ para Platón e de entre 14,3 a 20,2 meq.100 g⁻¹ em Paso Vargas.

As variáveis dependentes apresentaram um comportamento um tanto diferente ao ocorrido na análise fatorial onde não eram obtidas as correlações e sim somente um agrupamento em função da variância total. Neste caso o diâmetro à altura do peito explicou 89% da variância, com uma correlação muito elevada e negativa com as variáveis estatísticas ambientais, no caso, as variáveis de solo ($R_c = -0,94$), o mesmo ocorreu com a idade e o diâmetro de copa ($R_c = -0,83$ e $-0,74$), cuja percentagem da variância explicada foi de 81 e 56%. Na figura 43 – gráfico da direita, pode-se observar como os vetores dessas três variáveis são de magnitude importante, tem ângulo agudo com relação ao eixo um (horizontal) e se vinculam com as parcelas de Platón além de assinalar no sentido oposto aos vetores das variáveis de solos. Inferindo que o incremento em diâmetro tanto do fuste quanto de copa, de *S. commersoniana* se vê favorecido pelo maior conteúdo de areia nos primeiros centímetros de solo de que por qualquer outra variável química ou física, das analisadas neste estudo.

Ainda a altura total também apresentou correlação negativa ($R_c = -0,86$), porém esteve vinculado ao quarto eixo em função de que explica menor percentagem da variância total 24%, contudo o seu vetor correspondente esteve ligado às unidades amostrais pertencentes à sub-bacia Platón.

Tabela 20 Cargas canônicas – R_c (correlações estruturais canônicas), pesos e variância explicada por cada variável dependente observada e as variáveis estatísticas canônicas (eixos) para as variáveis de solo a 5 cm.

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4		% variância explicada
	R_c	R_c	R_c	R_c	Pesos	
d (cm)	-0,94	0,10	0,00	-0,18	2,51	89
idade (anos)	-0,83	-0,34	0,02	-0,04	1,45	81
d copa (m)	-0,74	-0,12	-0,05	-0,52	0,63	56
IMA h (m/ano)	0,69	0,32	-0,04	-0,41	0,65	57
IMA d (cm/ano)	-0,52	0,68	0,01	-0,31	1,07	74
h (m)	-0,47	-0,04	-0,12	-0,86	0,36	24
PIM (m)	0,11	0,05	0,36	-0,87	0,32	14
autovalores	0.6062	0.1093	0.0071	0.1403		

Na figura 44 estão os gráficos mostrando as relações entre as variáveis de crescimento de *S. commersoniana* e as variáveis de solo a 80 cm de profundidade, assim como a ordenação das unidades amostrais em função das correlações resultantes. Neste caso também ocorreu multicolinearidade, portanto se fez necessária a escolha de variáveis; para textura considerou-se a relação areia/argila; a soma de bases representa todos os cátions; o teor de matéria orgânica como tal, e o pH KCl a acidez, mantendo-se dessa forma quatro das onze variáveis originais (Tabela 16).

O teste de significância do primeiro eixo canônico não foi significativo ($F = 2,405$; autovalor = 0,445; e $P = 0,326$), contudo para todos os eixos houve significância com 92% de probabilidade ($F = 2,371$; traço = 0,760; $P = 0,082$)

Observa-se que com as variáveis de solo a 80 cm o agrupamento das parcelas foi muito similar ao ocorrido quando a correlação canônica se estabeleceu para as variáveis a 5 cm, porém houve sem dúvida um re-arranjo principalmente das unidades amostrais de Paso Vargas e os grupos não aparecem tão claramente, refletindo a menor significância obtida para o conjunto ($P = 0,08$), se comparado com a análise anterior ($P = 0,04$).

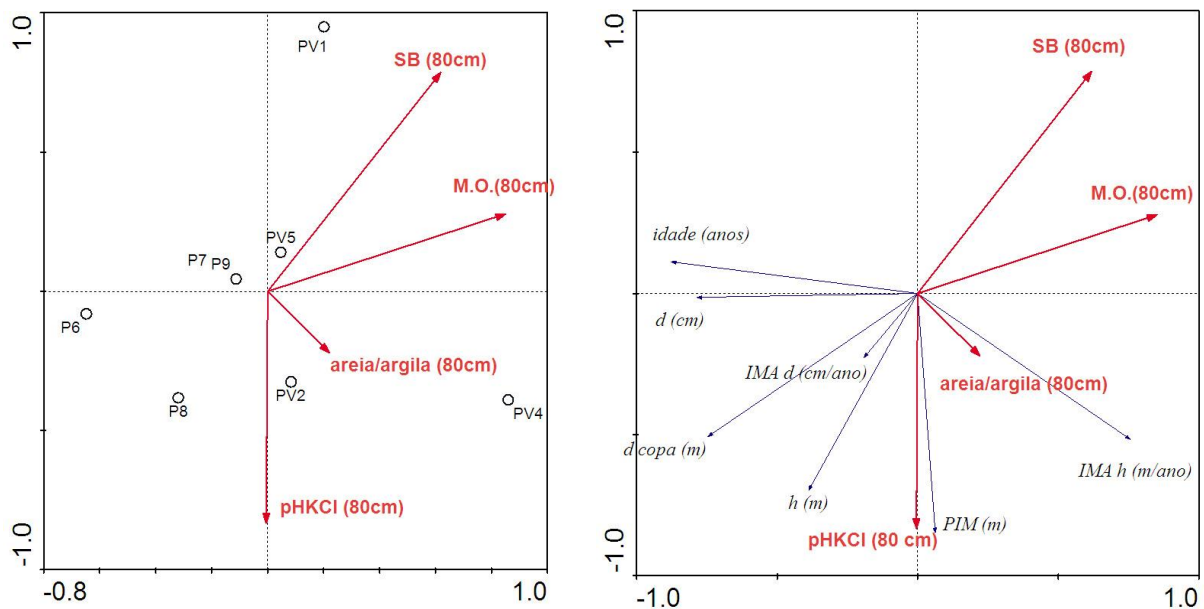


Figura 44 Representação gráfica da análise de redundância – RDA, mostrando as correlações entre as variáveis de crescimento de *S. commersoniana* e características físicas e químicas do solo a 80 cm de profundidade.

A correlação com o primeiro eixo (horizontal) e as variáveis de solo a 80 cm deu-se com M.O. (teor de matéria orgânica, $r = 0,75$), em seguida o segundo eixo (vertical) correlacionou-se com o pH KCl (acidez mensurada com cloreto de potássio, $r = -0,78$) e com SB (soma de bases, $r = 0,73$); finalmente o terceiro eixo (ortogonal aos anteriores) correlacionou-se com a relação areia/argila, $r = 0,66$.

Para as características de solo continua sendo evidente que para a sub-bacia Platón as variáveis que incidiram no agrupamento das unidades foram: o menor teor de argila, de matéria orgânica e bases totais e o maior conteúdo de areia.

Todas as parcelas em Platón partilharam valores similares das variáveis de solos diferenciando-se ao mesmo tempo das parcelas de Paso Vargas. No relativo à textura, a percentagem de areia foi maior em Platón, de 60 a 73 % e menor em Paso Vargas: 22 a 59 %; as percentagens das frações finas do solo foram superiores em Paso Vargas, a argila esteve entre 26 e 57% e o silte entre 15 e 23%, já em Platón a percentagem de argila a 80 cm variou entre 17 e 27% e o de silte entre 10 e 13% (Tabela 17).

Quanto aos teores matéria orgânica foram muito baixos em geral, dada a profundidade, contudo mantiveram a mesma tendência observada nos primeiros 5 cm, assim em Platón estiveram entre 0,6 a 0,9 %, e em Paso Vargas entre 1,2 e 1,6 % (Tabela 16).

A soma de bases apresentou cátions cuja variação esteve de acordo com ela e outros que não diferenciaram seus teores entre sub-bacias a 80 cm, estes últimos foram K, Mn e P apresentando valores muito baixos y muito parecidos entre Platón e Paso Vargas. No entanto Ca, Mg e Na, foram superiores em Paso Vargas, sendo a soma de bases de entre 13 e 27 meq.100gr⁻¹ em Paso Vargas e entre 10 a 16 meq.100gr⁻¹ em Platón.

As quatro variáveis dependentes que estiveram correlacionadas com o primeiro eixo na análise para as variáveis do solo a 5 cm mantiveram um comportamento similar a 80 cm (Tabelas 18 e 19), contudo a idade correlacionou-se melhor que o diâmetro à altura do peito ($r = -0,88$ e $r = -0,79$, respectivamente) e este último baixou sua percentagem de variância explicada de 89 para 62%, com a evolução da profundidade de 5 cm para 80 cm.

A altura total e o ponto de inversão morfológica estiveram fortemente correlacionados com o segundo eixo e em forma negativa, tal como pode ser advertido na figura 44 e na tabela 21; vinculadas positivamente à diminuição da acidez do solo e negativamente à soma de bases.

Finalmente chama a atenção que a única variável correlacionada com o eixo três seja a altura total, com uma correlação realmente muito baixa, porém ao se considerar a variável do ambiente correlacionada com o eixo três, a relação areia/argila ($r = 0,66$), surge ponderar que texturas mais grossas em profundidade favoreçam o incremento em altura dos branquilhos, funcionando como um indicador de qualidade de sítio para a espécie.

Como reflexão final a respeito das relações entre as variáveis de crescimento do branquilha e as variáveis de solos, se infere que há diferenças de desenvolvimento para as sub-bacias, e essas diferenças se expressaram fundamentalmente a partir da idade e do diâmetro dos indivíduos, e que por outra parte estão desvinculadas das características químicas dos solos. Acrescentando que a altura total, ainda que com expressão relativamente sutil, se correlaciona positivamente com a textura mais grossa do solo em profundidade, e que essa condição ocorre favoravelmente na sub-bacia Platón, e em forma consistente com o melhor desempenho das variáveis idade e diâmetro.

Tabela 21 Cargas canônicas – R_c (correlações estruturais canônicas), pesos e variância explicada por cada variável dependente observada e as variáveis estatísticas canônicas (eixos) para as variáveis de solo a 80 cm.

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4		% variância explicada
	R_c	R_c	R_c	R_c	Pesos	
idade (anos)	-0,88	0,11	0,00	0,10	1,15	79
d (cm)	-0,79	-0,01	-0,02	0,00	0,63	62
d copa (cm)	-0,75	-0,51	0,03	-0,14	1,44	83
h (m)	-0,39	-0,70	0,23	0,13	0,81	71
IMA d (cm/ano)	-0,19	-0,23	-0,06	-0,15	0,27	11
PIM (m)	0,06	-0,85	-0,24	0,07	1,11	78
IMA h (m/ano)	0,76	-0,52	0,09	-0,01	1,57	85
autovalores	0,445	0,2881	0,0174	0,0091		

4.6 ANÉIS DE CRESCIMENTO DE *Sebastiania commersoniana*

4.6.1 Controle de qualidade e sincronização da largura dos anéis de crescimento

Uma vez marcados e medidos os anéis de crescimento de *Sebastiania commersoniana* foi feita a sincronização das séries temporais radiais resultantes, utilizando-se o programa COFECHA²³. Numa primeira oportunidade a sincronização realizou-se com a totalidade das séries temporais radiais, utilizando-se para tal todas as árvores coletadas em cada unidade amostral. Posteriormente e em função da correlação de cada série com a série máster, foram selecionados os raios que apresentaram valores de correlação com a série máster superiores à média para uma segunda sincronização. Assim sendo, das 244 séries temporais radiais de larguras de anéis de crescimento medidos foram selecionadas 129 para a construção dos índices ou séries “máster” por unidade amostral.

Na tabela 22 estão as intercorrelações entre as séries para cada unidade amostral, conjuntamente com a correlação crítica. Pode-se observar que as intercorrelações na sub-bacia Paso Vargas foram maiores que as de Platón, ainda que, em nenhum dos casos, tenham sido obtidas intercorrelações superiores à correlação crítica estabelecida pelo programa COFECHA. Esta correlação crítica foi definida pelo programa a partir da comparação entre as

²³ COFECHA correlaciona coeficientes pela superposição de cada série cronológica de anéis de crescimento, com a média construída com todas as demais cronologias – série “master”. O procedimento verifica: a) datação realizada e, b) identifica as amostras ou segmentos que apresentam problemas de demarcação ou de mensuração dos anéis (BOTASSO, com pess.).

séries residuais a cada 50% de comprimento de série, dentro do intervalo comum de tempo de cada série, para um valor de significância de 99%.

Tabela 22 Qualidade da sincronização conjunta entre as séries cronológicas de anéis de crescimento do lenho das árvores de *S. commersoniana* para os raios de melhor desempenho, para as condições de barra e interbarra.

Sub-bacia	Feição geomórfica	Unidade amostral	Árvores de <i>S. commersoniana</i>	Raios selecionados	Intervalo das séries máster	Idade das séries (anos)	Intercorrelação entre as séries	Correlação crítica
Paso Vargas	interbarra	AFC01	5	15	1970 - 2007	32 - 39	0,38	0,52
	barra	AFA02	9	17	1960 - 2007	28 - 53	0,41	0,52
	interbarra	ACC04	3	7	1984 - 2007	24	0,42	0,52
	barra	ACA05	8	18	1970 - 2007	25 - 38	0,40	0,52
Sub-total			25	57				
Platón	barra	BCA06	9	20	1953 - 2007	41 - 55	0,31	0,52
	interbarra	BCC07	9	15	1970 - 2007	20 - 39	0,29	0,52
	barra	BFA08	9	19	1957 - 2007	26 - 52	0,32	0,52
	interbarra	BFC09	9	18	1960 - 2007	33 - 49	0,37	0,52
Sub-total			36	72				
Total			61	129				

Verifica-se que a diferença entre as correlações críticas e a intercorrelação entre séries é pequena para todas as unidades amostrais.

Na sub-bacia Paso Vargas foram coletadas 25 árvores, segundo consta na tabela 22, dessas 25 árvores resultaram possíveis de sincronização 57 raios de 100 potenciais. Na primeira unidade amostral (AFC01 - interbarra) 5 raios tiveram valores inferiores à média de correlação com a série máster, sendo excluídos das análises subsequentes. Na segunda unidade amostral (AFA02 - barra) foram selecionados 17 para a construção do índice dessa unidade amostral. Na quarta unidade (ACC04 - interbarra) houve dificuldades para encontrar árvores da espécie no local, o que levou a coletar somente três exemplares relativamente jovens, de 24 anos na altura do DAP, obtendo-se 12 raios, e desses, sendo selecionados 7 para a construção do índice. Apesar da escassez de branquinhos, foi nesta unidade amostral onde as séries tiveram a melhor intercorrelação (0,42), cujas variações nos valores dos anéis de crescimento expressados nas séries coincidem majoritariamente entre si (à exceção do raio ACC43R1) e com as observadas na série máster, tal como pode ser visto na figura 45. Na última unidade amostral (ACA05 - barra) da sub-bacia Paso Vargas foram selecionados 18 raios para a construção do índice, a partir de 32 iniciais.

As intercorrelações obtidas para Paso Vargas estiveram entre 0,38 e 0,42 e em nenhum caso foi atingida a correlação crítica sugerida pelo COFECHA. Pode-se observar que algumas séries apresentam picos similares com sequências que seguem a mesma tendência, no entanto há certo deslocamento para alguns picos, surgindo esse tipo de comportamento em

decorrência de que para a espécie, em muitos casos, houve dificuldade na interpretação do limite dos anéis de crescimento devido à presença de falsos anéis e/ou descontínuos que teriam dificultado a análise.

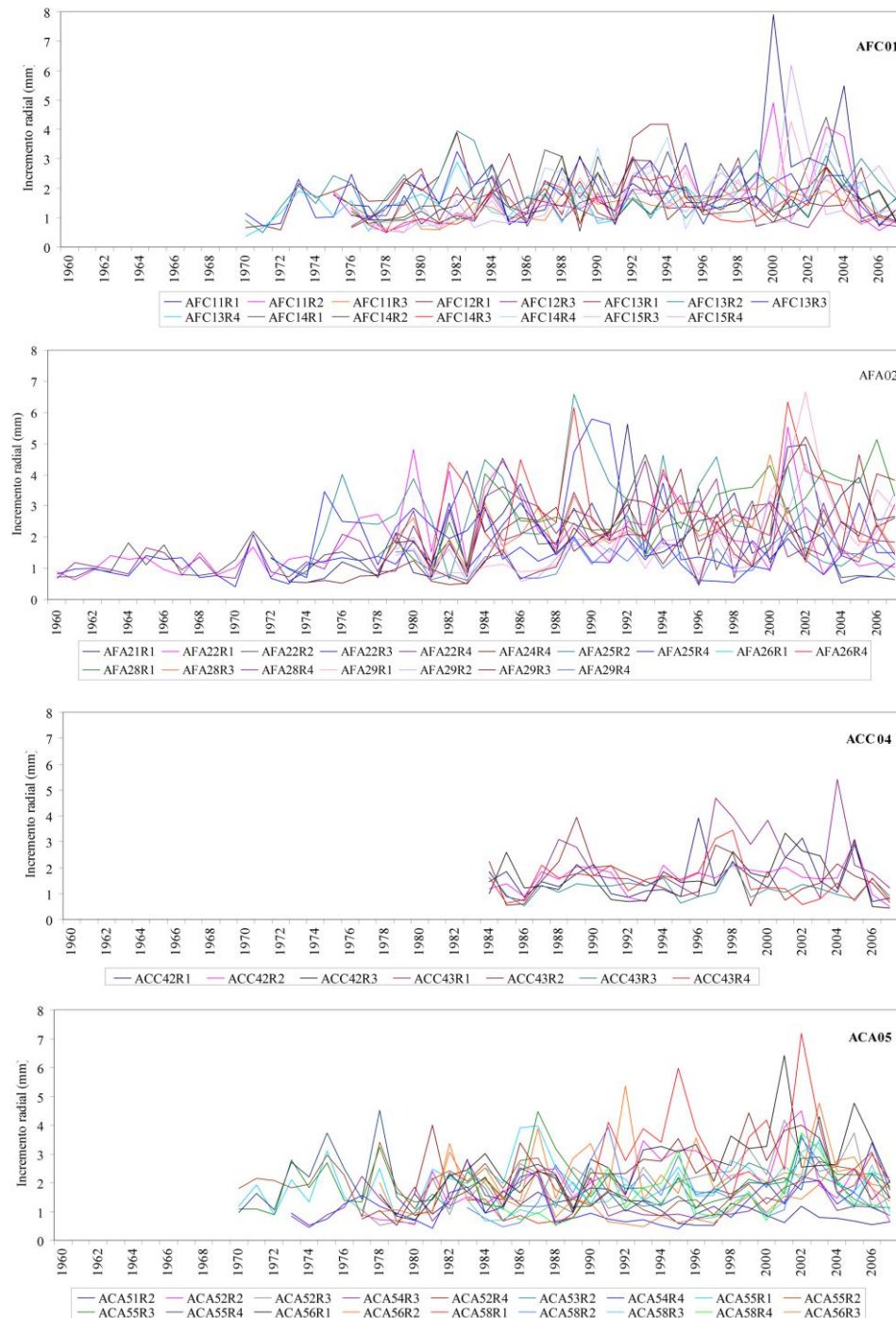


Figura 45 Gráficos que representam, na sequência, as séries de raios de anéis de crescimento (mm) de *Sebastiania commersoniana* selecionados para a construção das curvas máster, das quatro unidades amostrais correspondentes à sub-bacia Paso Vargas.

Na sub-bacia Platón foram usadas 36 árvores, totalizando 144 raios medidos nos discos de caule de branquilha (à altura do peito), sendo 9 árvores para cada uma das quatro unidades amostrais (Tabela 22). Desses 144 raios somente 72 apresentam-se adequadamente sincronizados para serem utilizados na construção dos índices das curvas máster. Tais séries de raios estão representadas na figura 46 na forma de gráficos, individualizados por unidade amostral.

Na unidade amostral BCA06 (barra) foram selecionadas 20 séries para a construção do índice, atingindo-se uma intercorrelação entre séries de 0,31. Percebe-se boa sincronização, na figura 45, no relativo aos picos de crescimento, especialmente para os anos 1980, 1989, 1996, 1998 e 2004-2005.

Na unidade amostral BCC07 (interbarra) foi obtida a menor intercorrelação entre séries (0,29) comparativamente entre todas as oito unidades amostrais coletadas. Na figura 45, no gráfico correspondente a BCC07, pode ser observada uma forte discordância entre os raios da árvore oito e os raios restantes num período chave como 2004 – 2005, anos de estiagem severa, sendo esta divergência a provável causa da baixa intercorrelação entre séries para a unidade BCC07, em questão. Para a construção da serie máster desta unidade foram selecionados 15 raios de 36, trabalhando-se com o menor intervalo comum entre séries (somente de 20 anos), como pode ser visto na figura 49.

Na unidade amostral BFA08 (barra) foram selecionadas 19 raios, de 36 medidos, para a construção da curva máster. Com as séries selecionadas se alcançou uma intercorrelação de 0,32 para o intervalo comum de 25 anos iniciado a partir de 1983. Alguns extremos de crescimento coincidem com o observado para as outras unidades amostrais para os períodos anteriores a 1993, porém nos anos posteriores há certa defasagem quanto aos máximos e mínimos de alguns grupos de raios particularmente os da árvore oito com os da árvore nove (Figura 46).

Na última unidade amostral de Platón, BFC09 - interbarra, a intercorrelação entre as séries atingiu o valor de 0,37, utilizando-se 18 raios para a construção do índice, a partir de 36 iniciais. Verifica-se um intervalo comum amplo, desde 1976 até 2007 (32 anos), sendo esta a série que apresentou maior intercorrelação para a sub-bacia Platón (Tabela 22).

Em conclusão as intercorrelações para as séries cronológicas de anéis de crescimento do lenho das árvores de *S. commersoniana* em Platón foram em média inferiores às de Paso

Vargas, estando na primeira entre 0,29 e 0,37, não sendo superada a correlação crítica calculada pelo programa COFECHA. Segundo menciona GRISSINO-MAYER (2001) sendo o programa uma ferramenta que auxilia ao dendrocronólogo na avaliação da qualidade da interdatação e na precisão das medições das séries de anéis de crescimento; a melhor decisão sobre se uma determinada série de raios tem sido adequadamente datada decai sobre o dendrocronólogo e não sobre o software.

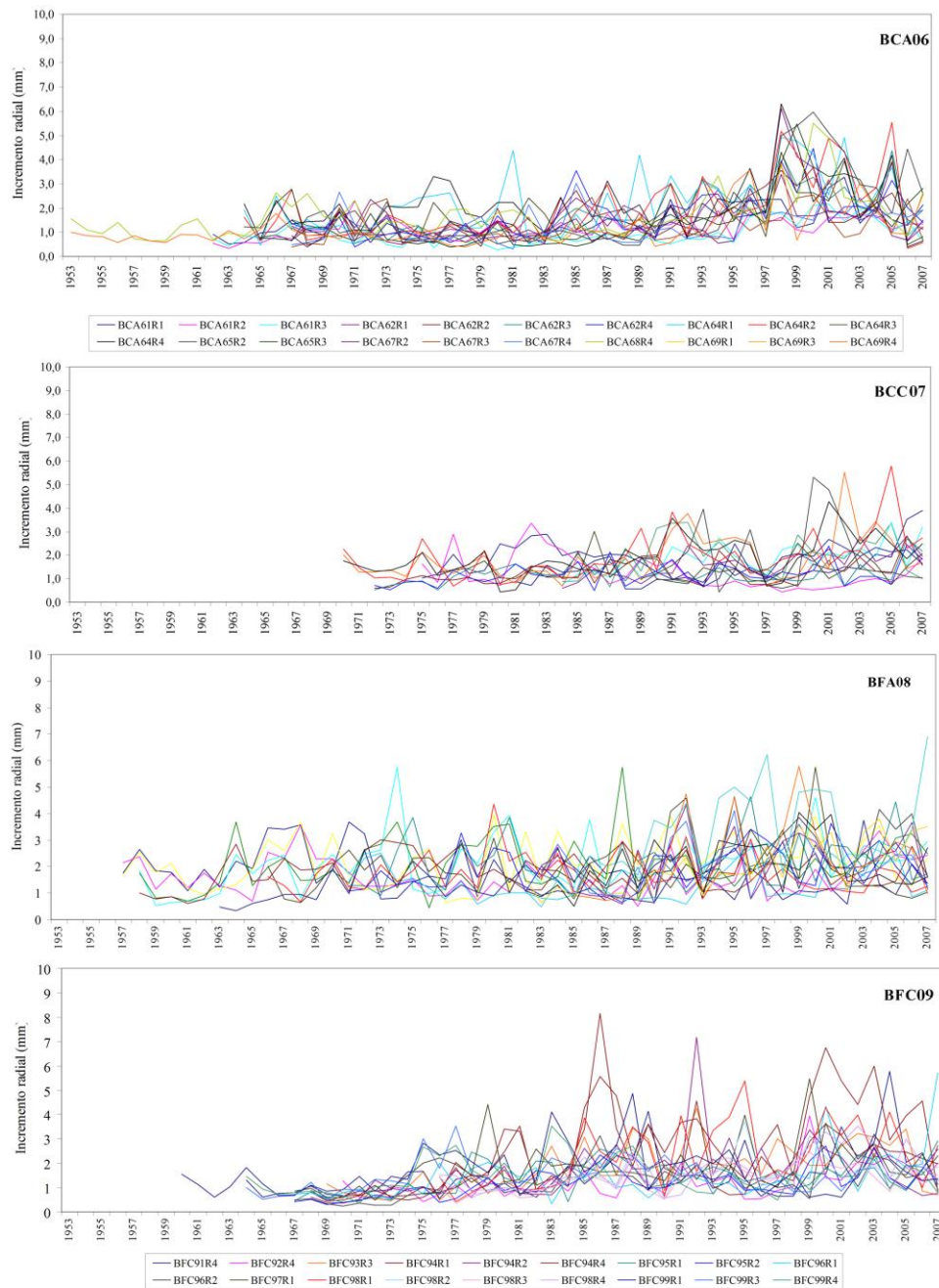


Figura 46 Gráficos que representam, na sequência, as séries de raios de anéis de crescimento (mm) de *Sebastiania commersoniana* selecionados para a construção das curvas máster, das quatro unidades amostrais correspondentes à sub-bacia Platón.

O nível de correlação entre as séries de valores de anéis corretamente datados pode diferir em função da espécie, da área geográfica de distribuição, da homogeneidade do sítio, do nível de concorrência dentro da floresta e da magnitude dos distúrbios ocorridos. No decorrer do tempo, uma determinada árvore, crescendo dentro da floresta, sofre distinta magnitude de estresse: por concorrência com outras árvores pela luz solar e pela água do solo, por concorrência pela humidade do solo com coberturas herbáceas e arbustivas, pela acessibilidade do sistema radicular à exploração dos nutrientes do solo, e devido a distúrbios diversos como fogo, ação antrópica, efeito pastejo e pisoteio por gado e surtos de ataque por insetos (Grissino-Mayer, 2001).

Todas as variáveis previamente citadas neste trabalho, interagindo no ambiente, determinam que eventualmente quando uma delas se torna fator limitante, o seu efeito se reflita nos anéis de crescimento das árvores de branquilha. Uma das hipóteses colocadas, para a baixa intercorrelação entre as séries cronológicas de anéis de crescimento do lenho de *S. commersoniana*, estaria vinculada com a dificuldade de reconhecimento ou falta de nitidez dos limites dos anéis associada à presença de anéis falsos, essas duas questões constituem a origem mais significativa da dificuldade de trabalho com esta espécie, e consequentemente gera uma fonte de erro difícil de controlar.

Outra hipótese estaria vinculada ao antropismo como fonte de variação entre árvores, porém não parece ser a causante dado que a sub-bacia mais antropizada, Paso Vargas, apresentou maiores intercorrelações que Platón, sub-bacia com menor nível de antropismo, por tanto poderia-se inferir que para *S. commersoniana*, se bem o antropismo afeta o crescimento via compactação do solo ou colheita da espécie para lenha, no tocante às correlações entre séries não parece ter vinculação direta.

Sendo uma espécie subtropical no seu limite de distribuição, limite das florestas desta característica e na transição para tipos vegetacionais campestres ou de Estepes Gramíneo-Lenhosa segundo classificação do IBGE (1992), condição que em geral determina baixos níveis comparativos de intercorrelações para as séries cronológicas de anéis de crescimento do lenho das espécies sob essas situações.

Na figura 47 estão as curvas máster para todas as oito unidades amostrais, em dois gráficos individualizando as bacias; nas figuras 49 e 50 a quantidades de amostras utilizadas para a construção das mesmas, para Paso Vargas e Platón, respectivamente. Em sequência na figura 48 se apresenta a linha de precipitação anual acumulada em relação à média (1574 mm)

para o período 1978 a 2007, para a região de Rivera. Mesmo não estando dentre os objetivos do trabalho correlacionar o crescimento das árvores com o clima, realizou-se uma exploração primária para detectar a potencialidade da espécie neste aspecto. A partir da análise de correlação detectou-se que a resposta à precipitação ocorre e que ela apresenta-se correlacionada com a precipitação do ano precedente, fato que pode ser observado a olho nu quando comparados os gráficos de precipitação e as curvas máster (Figuras 47 e 48). Parece desprezível salientar que esse tipo de análise requer do uso de ferramentas específicas e que as mesmas superam os objetivos deste trabalho, porém confirma as amplas possibilidades da espécie como bioindicadora, aspectos a serem aprofundados.

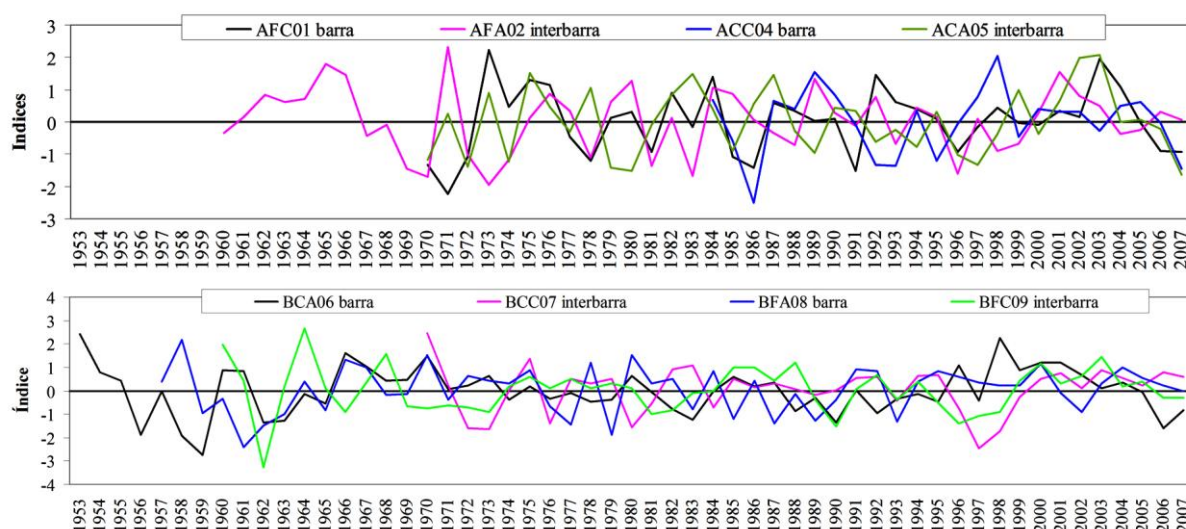


Figura 47 Curvas máster de índices das séries cronológicas de anéis de crescimento do lenho de *Sebastiania commersoniana* da sud-bacia Paso Vargas – AFC01, AFA02, ACC0A e ACA05 – e da sub-bacia Platón – BCA06, BCC07, BFA08 e BFC09.

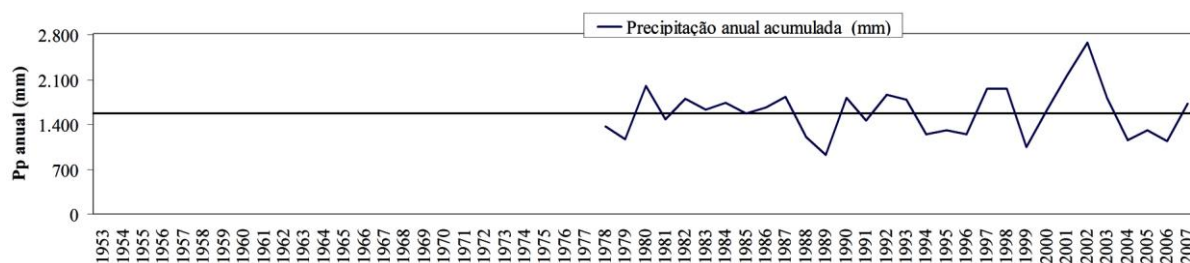


Figura 48 Precipitação anual acumulada em relação à média (1574 mm) para o período 1978 a 2007. Fonte: Dirección Nacional de Meteorología, estación Rivera, 2009.

A quantidade de amostras utilizadas para a construção do índice apresentou intervalo comum desde o início, já que as três árvores tinham a mesma idade (Figura 49, gráfico inferior).

A partir das curvas máster geradas pelo programa CRONOL para *Sebastiania commersoniana* para cada parcela (oito curvas), foi testada a influência sobre a variação no crescimento da espécie na floresta aluvial em função do uso diferencial da encosta são geradas as cronologias de anéis de crescimento. O programa filtra cada série individual eliminando a tendência de crescimento de longo prazo relacionada com um aumento de tamanho e idade da árvore. Além disso, CRONOL elimina todas as diferenças de crescimento devido a variações nas condições fisiológicas e microecológicas entre as árvores.

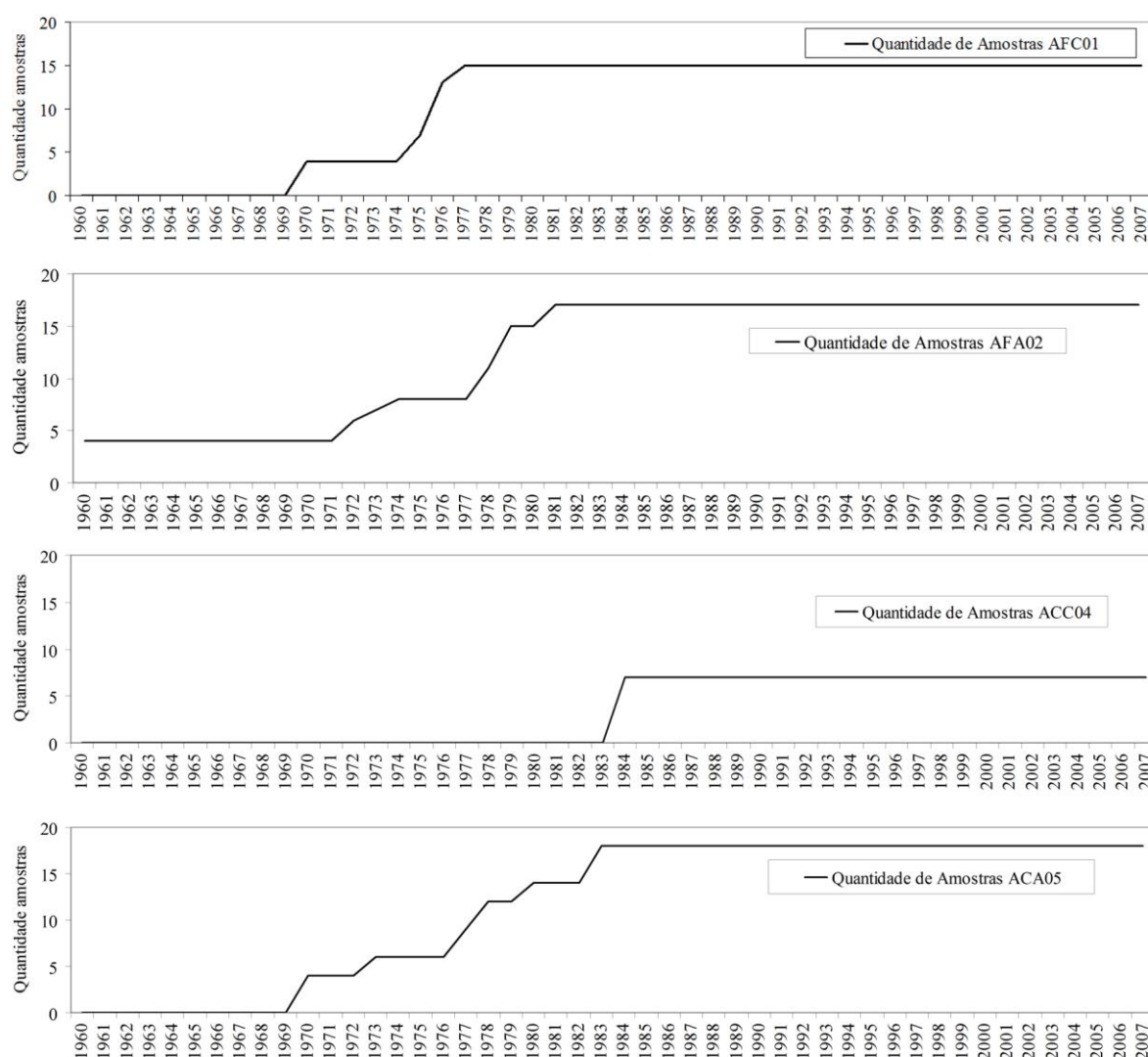


Figura 49 Gráficos que representam a quantidade de amostras de *Sebastiania commersoniana* da sub-bacia Paso Vargas, utilizadas pelo programa COFECHA, para a obtenção das curva máster.

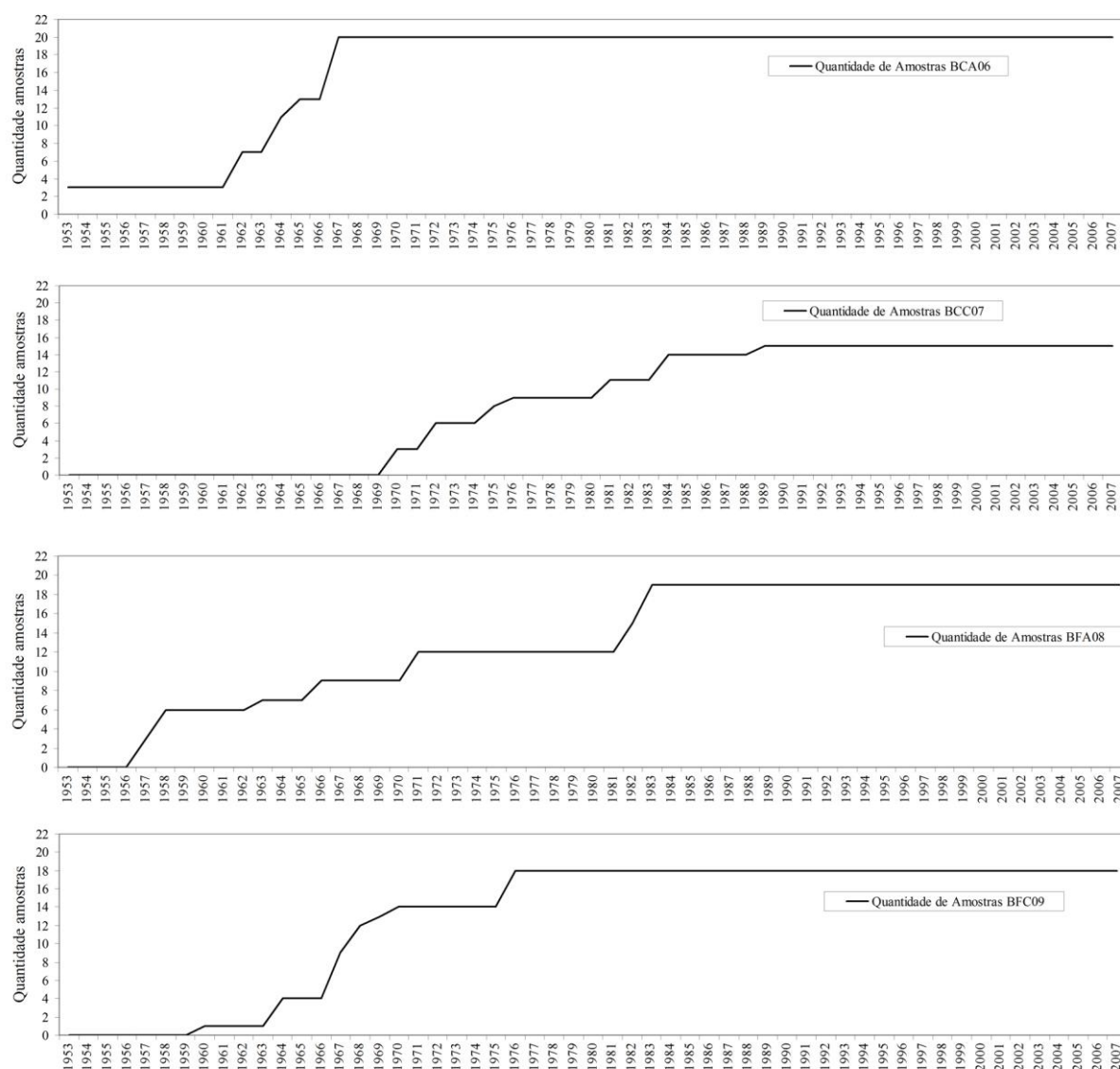


Figura 50 Gráficos que representam a quantidade de amostras de *Sebastiania commersoniana* da sub-bacia Platón, utilizadas para a obtenção das curva máster.

4.7 DESENVOLVIMENTO DE *Sebastiania commersoniana* ANTES E DEPOIS DO PLANTIO FLORESTAL NA ENCOSTA

Com o auxílio da análise de variância, a partir das curvas máster geradas pelo programa CRONOL para *Sebastiania commersoniana* para cada parcela (oito curvas), foi testada a influência sobre a variação no crescimento da espécie na floresta aluvial em função do uso diferencial da encosta, campo com pastagem versus plantio florestal com *Pinus* spp. E *Eucalyptus* spp.

Para as análises consideraram-se três condições: maior amplitude possível de idades dos branquilhos em todas as parcelas; curvas máster construídas com o maior número de raios (amostras) dentro do período comum considerado (Figuras 49 e 50); e para definir o período depois do plantio florestal, encostas cujos plantios apresentassem idades maiores que cinco anos. A faixa de tempo que melhor expressou essas três condições foi o período entre 1984 até 2007 (24 anos). Esse período, por sua vez, foi dividido em dois segmentos de 12 anos, o primeiro de 1984 até 1995, considerado como pré-plantio florestal²⁴, e o segundo de 1996 até 2007, dito como pós-plantio florestal.

4.7.1 Análise pré-plantio florestal

Procurando definir uma linha de base ou condição testemunha, realizou-se uma análise de variância para a condição pré-plantio na encosta, ou seja, antes do impacto, considerando o conceito de BACI – *before after control impact*²⁵ (GREEN, 1979 citado por LEPS e SMILAUER, 2002).

A análise de variância resultou em diferenças não significativas ($F = 1,16$ e $P = 0,28$), com uma correlação $r = 0,62$ (95% de nível de confiança) entre os índices para as duas situações. Dessa forma, a condição inicial, ou seja, o *antes* ou pré-plantio resulta homogêneo no tocante às variações nos índices das curvas máster dos branquilhos. Lembrando que as curvas máster representam uma média anual das variações do crescimento das várias árvores utilizadas na sua construção, retirando o efeito da idade, permitindo, assim, trabalhar com árvores de idades diversas, e que adicionalmente, não representam valores métricos de crescimento. Nas figuras 51 e 52 apresentadas em sequência observam-se os valores dos índices, que geralmente variam entre quatro e menos quatro, transformados pela soma do valor 10 para evitar trabalhar com números negativos.

Na figura 51 se observa que efetivamente as médias e as medianas (cruz vermelha) estão dentro da faixa de desvio tanto de uma quanto da outra situação, reforçando visualmente a inexistência de diferença significativa entre as médias, assim como tampouco entre variâncias. A frequência de distribuição dos desvios, sendo mais equilibrado para o cenário de uso da encosta, pré-plantio florestal comparativamente à mantida com campo natural pastejado.

²⁴ A Lei Florestal no Uruguai foi sancionada em 1987 e regulamentada em 1989. Portanto, somente a partir de 1994 – 95 é que havia plantios na região com idades superiores a cinco anos.

²⁵ BACI: controle antes e depois do impacto.

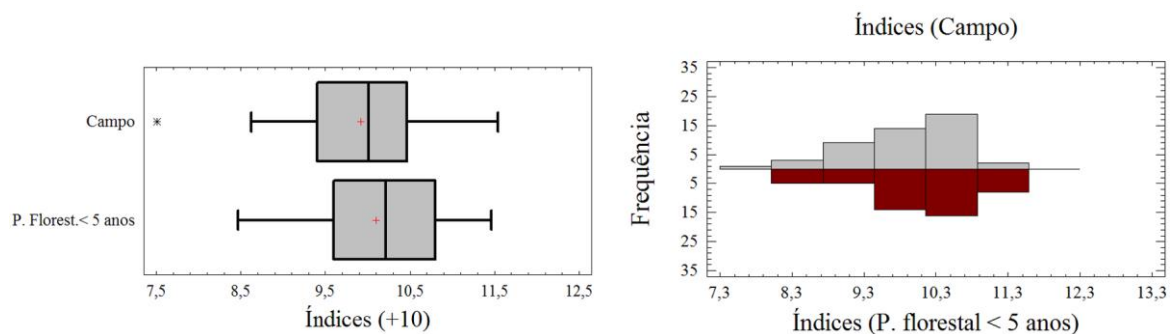


Figura 51 Média, desvio dos índices e distribuição das frequências (transformados pela soma do valor 10) para encostas com campo pastejado e encostas a serem plantadas com *Eucalyptus* e *Pinus*, ou plantadas com árvores menores que cinco anos.

4.7.2 Análise pós-plantio florestal

Para o período 1996 – 2007, quando comparados o uso da encosta com plantio de *Pinus* e *Eucalyptus* maiores que cinco anos com encostas somente com campo natural, a análise de variância resultou não significativa ($F = 0,10$ e $P = 0,75$), com uma correlação entre os índices para as duas situações de $r = 0,77$ (95% de confiança), superior à encontrada para o período antes do plantio.

Para a condição de campo natural na encosta, o coeficiente de variação passou de 7,8% (1984 – 95) para 10 % (1996 – 2007), no entanto para as áreas com plantio florestal o coeficiente diminuiu de 8,3% para 7,6% nos períodos antes e depois do plantio, respectivamente. Tais colocações podem ser visualizadas comparando as figuras 52 e 53, onde há um claro aumento da amplitude de variação na condição de campo natural.

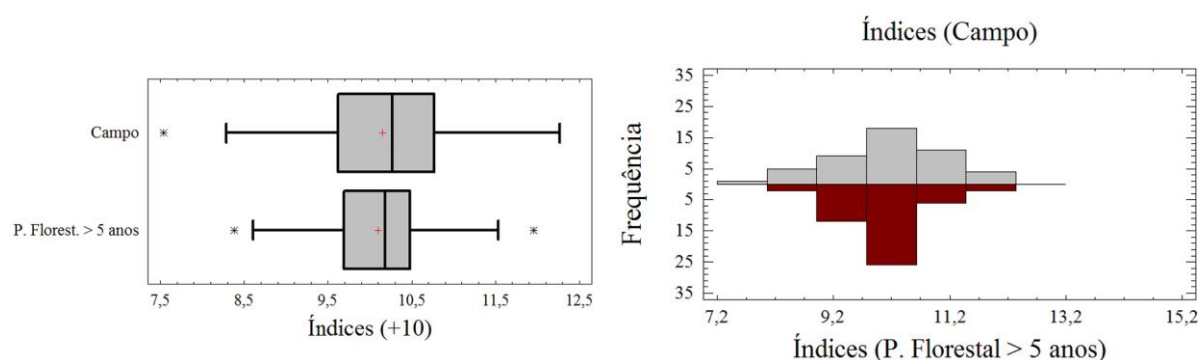


Figura 52 Índice médio, desvio e distribuição das frequências (transformados pela soma do valor 10) para o período pós-plantio florestal na encosta (1996 – 2007) para encostas com campo pastejado e encostas plantadas com *Eucalyptus* e *Pinus*, com árvores maiores que cinco anos.

A frequência de distribuição dos desvios, na figura 52 direita, exibe uma mudança na distribuição dos valores entorno da média, surgindo como mais equitativos para o caso da encosta com plantio florestal comparativamente à mantida com campo natural pastejado.

4.7.3 Análise conjunta pré-plantio e pós-plantio florestal

Finalmente, comparando-se os índices de *S. commersonia* das unidades amostrais cuja encosta originalmente era campo antes e depois do impacto, ou seja, 1984 – 1995 vs 1996 – 2007; realizando-se o mesmo procedimento com os índices das parcelas com encostas com plantio de *Pinus* e *Eucalyptus* para o mesmo período 1984 – 1995 vs 1996 – 2007.

Os resultados da análise de variância indicaram diferenças não significativas para ambos, as médias e os desvios para as duas comparações estão na figura 53 para encosta com campo e nas figuras 54 para encostas plantadas.

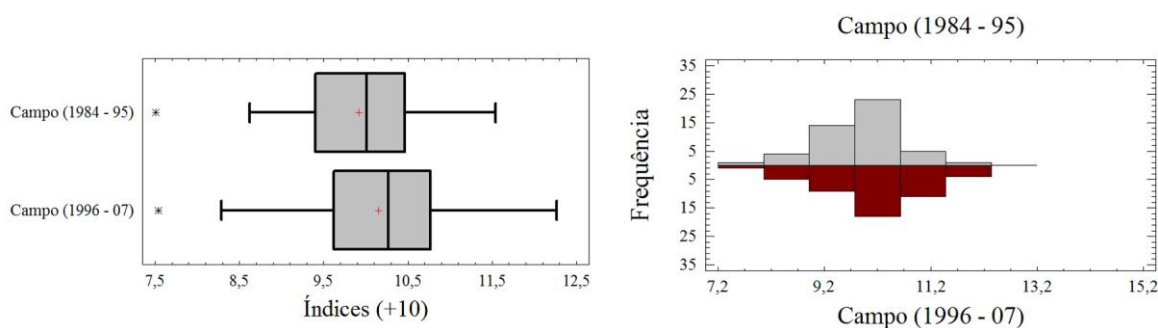


Figura 53 Índice médio, desvio, e distribuição das frequências de desvio dos índices (transformados pela soma do valor 10) para o período pré e pós-plantio florestal na encosta (1984 – 1995 e 1996 – 2007) para encostas com campo pastejado.

Para a situação com campos se observa, na figura 53 à esquerda, que houve um leve deslocamento da média com tendência positiva, porém ficou inserida no desvio da média anterior, portanto resultando em diferenças não significativas. Na figura 53 à direita, que mostra a distribuição das frequências dos valores, apresenta-se com tendência à distribuição normal, o que poderia se inferir que há uma estabilidade maior do entorno, vinculado à ausência de distúrbios e a uma melhora na conservação, num sentido geral, das condições ambientais do local nos últimos anos. Tal condição também se vê refletida na figura 54 para a condição com encosta com plantio, visualizando-se a tendência à distribuição normal. Por fim, na figura 54 à esquerda, nota-se que as médias ficaram praticamente iguais, e que o desvio diminuiu sua amplitude, o que ficou refletido numa melhor distribuição da variância,

tal como foi comentado para o gráfico da figura 54 à direita, com relação à distribuição das frequências dos valores.

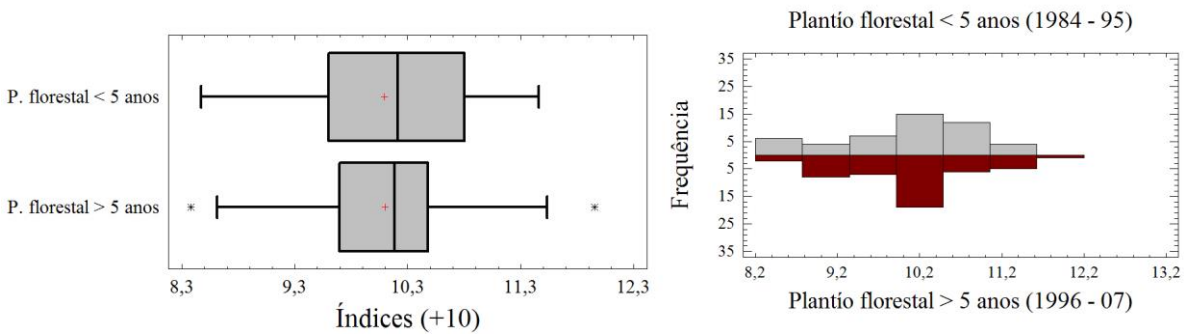


Figura 54
 Índice médio, desvio, e distribuição das frequências (transformados pela soma do valor 10) para o período pré e pós-plantio florestal na encosta (1984 – 1995 e 1996 – 2007) para encostas com plantio florestal.

- Com a análise fitossociológica, mesmo que expedita, foi possível detectar, de uma forma muito clara, que a vegetação arbórea do trecho superior da bacia do rio Tacuarembó é uma transição entre Floresta de Quebrada e floresta ciliar típica, especialmente pelo domínio de espécies perenes como *Ocotea acutifolia*. Permitiu também verificar a heterogeneidade das florestas ciliares no Uruguai, o que reforça a necessidade de um maior conhecimento a respeito dessas formações para a sua conservação e uso sustentável.
- Dos diversos parâmetros estimados para as sub-bacias estudadas, a área de copa e a seção transversal do fuste das árvores revelaram ser indicadores da dinâmica da comunidade e do status sucessional da vegetação com base na dominância de grupos ecológicos, que de outra forma não poderiam ser interpretados com descritores de uso mais corriqueiro, como a densidade de indivíduos por espécie.
- No referente às variáveis de crescimento das sete espécies estudadas, foi possível distinguir três grupos, pioneiras de vida curta e longevas, clímax exigentes em luz e clímax tolerantes à sombra, e que essa classificação realizada numa primeira oportunidade na florística foi confirmada pelas tendências de crescimento mensuradas nos anéis de crescimento das espécies, especialmente pelas curvas de incremento anual médio.
- *Blepharocalyx salicifolius* e *Allophylus edulis* apresentaram anéis demarcados possibilitando a aplicação dos procedimentos dendrocronológicos em contraposição ao estabelecido na literatura pré-existente.
- A velocidade de crescimento em diâmetro das sete espécies estudadas é bastante diversa. *Blepharocalyx salicifolius*, *Scutia buxifolia* e *Allophylus edulis* mostraram incrementos diametrais muito pequenos, variando de 1,5 a 2 mm por ano; já *Ocotea acutifolia*, *Ocotea pulchella* e *Salix humboldtiana* posicionaram-se no grupo de incrementos maiores, com 7 a 10 mm por ano, e *Sebastiania commersoniana*, com incremento de 3 mm anuais, num patamar intermediário.

- O crescimento das espécies estudadas é frequentemente baixo dadas as condições ambientais do Uruguai, o que leva a floresta ciliar a se desenvolver vagarosamente, e que eventuais ações antrópicas agravam a sua já natural lenta resiliência, ficando evidenciado nas idades dos exemplares avaliados, que, apesar de terem diâmetros pouco expressivos, apresentaram idades superiores a 75 anos.
- *Salix humboldtiana* pode ser considerado bioindicador pedológico e geomorfológico de superfícies de agradação em situações de sedimentação de granulometria grossa, desde depósitos psamíticos até psefíticos (seixos), derivados das formações geológicas Rivera, Tacuarembó e Arapey.
- A ocorrência de *Blepharocalyx salicifolius* e de *Scutia buxifolia* no dossel indica que distúrbios de certa magnitude ocorreram para permitir o desenvolvimento destas espécies que são enquadradas como clímax exigente em luz, sendo possível, inclusive, precisar para as décadas de 1940 – 50 estes acontecimentos.
- A idade das árvores amostradas nas sub-bacias foi significativamente diferente para *Sebastiania commersoniana*, indicando que esta espécie pode ser utilizada como um dos indicadores numa composição de pesos para se obter classificações de qualidade ambiental em microbacias hidrográficas.
- *Sebastiania commersoniana* é favorecida no seu crescimento por uma elevada relação areia/argila em profundidade (80 cm), e se comportou de forma independente do conteúdo de matéria orgânica e da soma de bases, tanto em superfície (5 cm) como em profundidade (80 cm).
- A altura total de *Sebastiania commersoniana*, ainda que com expressão relativamente sutil, se correlaciona positivamente com a textura mais arenosa do solo em profundidade, condição que ocorre favoravelmente na sub-bacia Platón.
- *Sebastiania commersoniana* apresentou potencial como bioindicador da determinação de diferenças entre sub-bacias, permitindo estabelecer que Platón apresenta melhor estado de conservação que Paso Vargas.

- *Sebastiania commersoniana* foi a única espécie que ocorreu abundantemente em todas as condições avaliadas, permitindo informações suficientes para atingir significância estatística nas comparações.
- Para as características de manejo e produção dos plantíos florestais e para as características dos solos sob floresta ribeirinha nas áreas estudadas, o uso da encosta com plantío florestal seria indiferente para o crescimento em diâmetro e altura das árvores de *Sebastiania commersoniana*, no período avaliado, desde 1978 até 2008.
- Em função da qualidade das cronologías de *Sebastiania commersoniana* as mesmas apresentam potencial para serem exploradas do ponto de vista climático para precipitação em forma local e regional e para os efeitos de El Niño e La Niña; confirmando assim a segunda hipótese colocada neste trabalho.
- Foi possível a efetiva aplicação das técnicas de dendrocronologia como ferramenta útil aos propósitos deste estudo, para a análise do crescimento das sete espécies avaliadas.
- O enfoque multidisciplinar deste estudo ainda que exploratório em todas as suas etapas, dada a natureza abrangente da hipótese colocada, permitiu estabelecer alguns padrões de comportamento das espécies e revelar vinculações com o ambiente, que possibilitarão e direcionarão linhas de pesquisa futuras que contribuam ao melhor entendimento da complexidade do funcionamento das bacias hidrográficas em diferentes escalas espaciais e temporais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB´SABER, A.N. O suporte geológico das florestas beiradeiras (Ciliares). In: Matas ciliares. Conservação e recuperação. Rodrigues, R.R. e Leitão Filho H.F. 2 ed. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP. 2004.15-25pp
- ADMINISTRACION DE FERROCARRILES DEL ESTADO – site oficial. <http://www.afe.com.uy>, acesso em 24/05/2010.
- ALONSO PAZ, E e BASSAGODA, M. J. Aspectos fitogeográficos y diversidad biológica de las formaciones boscosas del Uruguay. In: Fitogeografia do Sul da América. Ciencia & Ambiente. Editora Universidad Federal de Santa María. UFSM. N24. 2002. 35-50pp.
- AVERY, G. S.; CREIGHTON H. B.; HOCK. C. W. Annual rings in hemlocks and their relation to environmental factors. Am. J. Bot. 27: 825–831pp. 1940.
- BALDUÍNO RAMBO, S.J. A Fisionomia do Rio Grande do Sul – Ensaio de monografia natural. 1ª ed., Livraria Selbach. Porto Alegre, 1942. 360p
- BARDDAL, M.L. A. Influência da saturação hídrica na distribuição de oito espécies arbóreas da Floresta Ombrófila mista Aluvial do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. Curitiba. Tese (Doutorado) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 2006. 130p
- BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C.V.; GALVAO, F.; CURCIO, G.R. Caracterização florística e fitossociológica de um trecho sazonalmente inundável de floresta aluvial, em Araucária, PR. Ciencia Florestal, ano/vol.14 n002. Universidade Federal de Santa Maria. Brasil. 2004. 33-50pp
- BARRÁN, J.P. e NAHUM, B. Historia Rural del Uruguay Moderno. Tomo II. 1886-1894. Montevideo, Ediciones de la Banda Oriental. 1971, 680p.
- BARRIOS PINTOS, A. Suplemento histórico del álbum conmemorativo. Problemas edilicios y forestales. Desarrollo histórico de Rivera (1870-1900), en base a registros de prensa departamental. Archivo general de la nación. Legajos años 1865-1883. In: RIVERA 1862 – 1962. Álbum Conmemorativo Patrocinado por el Concejo Departamental de Rivera. 1962
- BASTOS, N.R. 1988 Estudos preliminares da familia Rhamnaceae R. Br. No Rio Grande do Sul. Pesquisas n. 39. 1988. 41-48pp.
- BEGON, M., C. R. TOWNSEND e J. L. HARPER. Ecologia de Indivíduos a Ecosistemas. 4ªed, Artmed, Porto Alegre. 2007. 752p.
- BONIFACINO, M.; CATTANEO, M; PROFUMO, L. Caracterización fitosociológica de un bosque de quebrada sobre el A° del Potrero, Cuchilla Negra, Rivera, Uruguay. Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo. 1998. 104p.
- BOSSI, J e NAVARRO, R. Geología del Uruguay. Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, Montevideo. 1988. 970pp.

BOSSI, L; FERRANDO, L; MONTAÑA, J; CAMPAL, N; MORALES, N; GANCIO, F; SCHIPILOV, A; PIÑEYRO, D; SPRECHMANN, P. Carta geológica del Uruguay: escala 1/500.000. Montevideo, Facultad de Agronomía, Cátedra de Geología, 1998. 146p

BRUSSA, C.; MAJO, B.; SANS, C.; SORRENTINO, A. Estudio fitosociológico del monte nativo en las nacientes del arroyo Lunarejo, departamento de Rivera. Facultad de Agronomía. Boletín de Investigación n 38. 1993. 32 p.

BRUSSA, C.A; e GRELA, I.A. Flora Arbórea del Uruguay. Con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó. Rivera. Compañía Forestal Uruguaya Sociedad Anónima, COFUSA. 2007. 544 p.

BUDKE, J.C.; HETTERER GIEHL, E.L.; ANVERSA ATHAYDE, E.; EISINGER, S.M.; e ZÁCHIA, R.A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. Acta bot. bras. 18(3). 2004. 581-589pp.

CAMPAL, E. Azara y su legado al Uruguay. Memoria sobre el estado rural del Río de la Plata, Textos sobre la flora y la fauna, siete cartas inéditas y otras páginas. Montevideo. Ediciones de la Banda Oriental. 1969, 197p.

CARVALHO, P. E. R. Branquilha: *Sebastiania commersoniana*. In: Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas. V. 1. 2003. 249-253 pp.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas. V. 2. 2006^a. 627 p.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas. V. 1. 2006b. 1035 p.

CASTIGLIONI, J.A. Descripción botánica, forestal y tecnológica de las principales especies indígenas de la Argentina. Cozzo D (dir.) Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. Ed. Acme, Buenos Aires, 16(1). 1975. 38-60 pp.

CHAGAS, R.K.; OLIVEIRA FILHO, A.T. DE; BERG, E. VAN DEN; SCOLFORO, J.R.S. Dinâmica de populações arbóreas em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana em Lavras, Minas Gerais. Revista Árvore, Viçosa, v.25, n. 1. 2001. 39-57 pp.

CÉSPEDES-PAYRET, C.; PIÑEIRO, G.; ACHKAR, M.; GUTIÉRREZ, O.; PANARIO, D. The irruption of new agro-industrial technologies in Uruguay and their environmental impacts on soil, water supply and biodiversity: a review. International Journal of Environment and Health, v 3, n. 2, 2009. 175–197 pp

CEUTA – Centro Uruguayo de Tecnología Apropriadas Red de Plantas Medicinales de Uruguay. Cosecha de caminantes. Farmacopea popular del Uruguay. Litovsky, M. 2010. 271p

CHEBATAROFF, J. Tierra Uruguaya. Talleres Don Bosco. 1960. 449 p.

CODIGO RURAL, 1875 www.parlamento.gub.uy/Codigos/codigorural, acceso 05/05/2010. 47 p.

CORDEIRO, J.; e RODRIGUES, W.A. Caracterização Fitossociológica de um Remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava, PR. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.31, n.3. 2007.545-554pp.

COOK, E.R. The decomposition of tree ring series for environmental studies. Tree-ring Bulletin, vol. 47. The Tree-Ring Society. University of Arizona.1987.37-58pp

COOK, E.R; BRIFFA, K.; SHIYATOV, S.; MAZEPA, V. Tree-ring standardization and growth-trend estimation. In: Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences (eds Cook ER, Kairiukstis LA) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands. 1990. 104–123 pp.

COOK, E. R e KAIRIUKSTIS, L. A. Methods of dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences. Kluwer Academic Publishers. 1992. 567pp.

COOK, E.R. e HOLMES, R.L. User Manual for Program ARSTAN. Chronology Series VI, University of Arizona. 1986. 32pp

COOK, E.R. e PETERS, K. The smoothing spline: A new approach to standardizing forest interior tree-ring width series for dendroclimatic studies. Tree-Ring Bulletin. 41: 45- 53pp. 1981

COSMO, N. Anatomia ecológica e crescimento do lenho de *Sebastiania commersoniana* (baillon) smith & downs, em diferentes condições geomorfológicas e pedológicas da planície do rio d tãoo-PR. Paraná, Brasil. Curitiba, 2008. 93 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

CURTIS, J. T. The Vegetation of Wisconsin. An Ordination of Plant Communities. University of Wisconsin. 1959. 657 p

CURCIO, G.R. Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. Curitiba, 2006. 488 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

DE MALHERBE, H. Rapport sur Léte actuel del établissements de Cuñapirú. Montevideo. Typographie LATINA. 1895. 29p.

DE SOUZA, I.F.; SOUZA, A.F.; PIZO, M.A.; GANADE, G. Using tree population size structures to assess the impacts of cattle and eucalypts plantations insubtropical South America. Biodiversity and Conservation 19. 2010. 1683 – 1698pp

DEMAIO, P.; KARLIN, U.O.; MEDINA, M. Árboles nativos del centro de Argentina. L.O.L.A. Buenos Aires. 2002. 210p.

DENARDI, L. Estudo anatômico do lenho e morfologia foliar de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg, em duas regiões do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produtos Florestais) - Universidade Federal de Santa Maria. . Santa Maria: UFSM, 2004. 94 p.

DENARDI, L e MARCHIORI, J. N. Anatomía ecológica da madeira de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.)BERG. Ciencia Florestal, año/vol.15, n 002. Universidade Federal de Santa María. Brasil. 2005. 119-127pp.

DENARDI, L. MARCHIORI, J.N.C.; DOS SANTOS S. R. Anatomia da Madeira de *Salix humboldtiana* Willd. (Salicaceae). Balduinia. N LI, V 25. Santa María. 2007. 27-31pp.

DENYER, K.; BURNS, B.; OGDEN, J. Buffering of native forest edge microclimate by adjoining tree plantations. Austral Ecol 31. 2006. 478 – 489pp.

DIAS, C.A. MELLO, S. C.; CASTAMAN, D. et al. Estudo florístico e fitossociológico do município de Santa Maria, RS. I Etapa: Depressão Central – Morros Testemunha. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL, Santa Maria, 1996. Anais. Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1996. 97-118pp.

DIRECCION NACIONAL METEOROLOGIA, 2010
http://www.meteorologia.com.uy/caract_climat.htm/ 08/08/2010

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306.

FERRUCCI, M.S. *Sapindaceae*. En L. Novara (ed.), Flora del Valle de Lerma. Aportes Botánicos de Salta-Ser. Flora ISSN 0327-506X. 7(4): 1-44. 2004.

FLORENZANO, T.G. Geomorfologia conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de textos. 2008. 318p.

FRITTS, H. C. Tree Rings and Climate. Laboratory of Tree-Ring Research. University of Arizona, Tucson, Arizona. Academic Press. 1976. 567p

GALVÃO, F. A Vegetação natural do estado do Paraná - Métodos de levantamento fitossociológico. IPARDES, Curitiba, 1994. 25-37pp

GAUSSEN, H. Theories et classification des climats et microclimats. In: CONGRES INTERNATIONALE DE BOTANIQUE, 8. Paris. Compte-Rendu... Section 7 et 3. 1954. 125-130 pp.

GAUTREAU, P. Relatos de crisis ambiental en el Río de la Plata. Una evaluación geográfica de 300 años de relatos de “destrucción” de los bosques uruguayos (siglos XVIII al XX). Tesis Doctorado. Université des Sciences et Technologies de Lille – U.F.R. de Géographie – Laboratoire Territoires, Villes, Environnements et Sociétés. Francia. Traducción al castellano: Hugo Inda. 2006. 357p.

GONZALEZ, S. Ritmos de follaje y floración en algunas plantas leñosas nativas. Agrocencia, Montevideo, 7(2). 2003. 27-36 pp.

GRAU, H. R. Scale-dependent relationships between treefalls and species richness in a neotropical montane forest. Ecology. 83:9. 2002. 2591-2601pp.

GRELA, I e ROMERO, M.F. Estudio en dos sectores de monte de quebradas en el Arroyo Lunarejo, Rivera. Tesis de de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo. 1996. 65p.

GRELA, I. Geografía física de especies arbóreas de Uruguay: propuesta para la delimitación de dendrofloras. Tesis M. Sc. Montevideo. PEDECIBA – Universidad de la República. 2004. 97p.

GRISSINO-MAYER, H.D. Evaluating crossdating accuracy: A manual and tutorial for the computer program COFECHA. *Tree-Ring Research* 57(2). 2001. 205-221pp.

FARLEY, K.A.; PIÑEIRO, G.; PALMER, S.M.; JOBBÁGY, E.G. e ROBERT B. JACKSON, R.B. Stream acidification and base cation losses with grassland afforestation. *Water Resources Research*. V 44. 2008. 1 – 11 pp.

HAIR, Jr, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. Análise multivariada de dados. Trad. Adonai Schlup Sant' Anna e Anselmo Chaves Neto. 5 ed. Porto Alegre: Bookman. 2005. 593p

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R.A.A.; TOMLINSON, P.B. Tropical trees and forests. An architectural analysis. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. 1978. 441p.

HOLMES, R. L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin* 43: 1983. 69-78pp.

HUANG, J. e BACHELARD, E.P. Effects of aluminium on growth and cation uptake in seedlings of *Eucalyptus mannifera* and *Pinus radiata*. *Plant and Soil* 149. Netherlands. Kluwer Academic Publishers.1993. 121-127pp.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro, 1992. 92 p.

JACOMINE, P.K.T. Solos sob matas ciliares. In: Matas ciliares. Conservação e recuperação. Rodrigues, R.R. e Leitão Filho H.F. 2 ed. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP. 2004. 27-31pp.

JARENKOW, J.A.; e WAECHTER, J.L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. São Paulo, V.24, n.3. 2001.263-272pp.

JOBBÁGY, E. G. e JACKSON, R. B. Patterns and mechanisms of soil acidification in the conversion of grasslands to forests *Biogeochemistry*, Vol. 64 Issue 2. 2003. 205-229pp

JOHNSON, R.A.; e WICHERN, D.W. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 4th ed. Prentice Hall. 1998. 816p.

JURINITZ, C.F.; e JOÃO A. JARENKOW, J.A. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, V.26, n.4. 2003.475-487pp.

- KENT, M. e COKER, P. Vegetation description and analysis. New York, John Wiley & Sons, 1998. 363p.
- LANDRUM, L.R. Monograph 45: Campomanesia, Pimenta, Blepharocalyx, Legrandia, Acca, Myrrhinium, and Luma (Myrtaceae). Flora Neotropica. 1986. 116-160pp
- LEPS, J.; e SMILAUER, P. Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO. Cambridge University Press, New York 2003. 269p.
- LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D.; HARTSHORN, G.S.; e PERALTA, R. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. Journal of Ecology. n.73. 1985. 505-516pp.
- LIMA, W. P & ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas e varzeas. In: Matas ciliares. Conservação e recuperação. Rodrigues, R.R. Leitão Filho H.F. 2 ed. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP. 2004. 33-44pp
- LIOTTA, J. Rasgos biológicos de *Salix humboldtiana* Willd. y régimen de pulsos de inundación. Interciencia, setiembre, año/v.26, n. 9. Asociación Interciencia. Caracas. 2001. 397-403pp.
- LOBO, P.C & JOLY, C.A. Mata ciliar do sudeste do Brasil. In: Matas ciliares. Conservação e recuperação. Rodrigues, R.R. e Figueiredo Filho H.F. 2 ed. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP. 2004. 143-157pp
- LONGHI, S. J.; ARAUJO, M. M.; KELLING, M. B.; HOPPE, J. M.; MÜLLER, I.; BORSOI, G. A. Aspectos fitossociológicos de fragmento de floresta estacional decidual, Santa Maria, RS. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 10, n. 2. 2000. 59-74pp.
- LONGHI, S.J; BRENA, D.A.; SCIPIONI, M.C.; GIACOMOLL, L.Z.; DELIBERAL, G.; LONGHI, R.V.; MASTELLA, T. Caracterização fitossociológica do estrato arbóreo em um remanescente de floresta estacional semidecidual, em Montenegro, RS. Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.6. 2008. 1630-1638pp.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, Brasil. Editora Plantarum. 1992. 368p.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. V. 1. 5ª ed. 2008. 384p.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. V. 3. 1ª ed. 2009ª. 384p.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. V. 2. 3ª ed. 2009b. 384p.
- LUTZ, H, J. Swamp Grown Eastern White Pine and Hemlock in Connecticut as Dendrochronological Material. Tree Ring Bulletin. University of Arisona. Vol. 11 N°4. 1944. 26-28 pp

- MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 1988. 179pp.
- MAP – Ministerio de Agricultura y Pesca – Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Tomo I; clasificación de suelos. Montevideo: Dirección de Suelos y Fertilizantes. 1976. 96p.
- MARGALEF, R. Ecología. Ediciones Omega. Barcelona. 1974. 950 p.
- MARCHIORI, J. N.C.; SOBRAL, M. Dendrologia das angiospermas: myrtales. Santa Maria: Ed. UFSM. 1997. 304pp
- MATTOS, J. R. 1983. Myrtaceae do Rio Grande do Sul. *Roessléria* 5: 169-359pp.
- MATTEUCCI, S. D.; e COLMA, A. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 1982. 159p.
- Mc CUNE, B. e J. B. GRACE. Analysis of Ecological Communities. With a contribution by Dean L. Urban. Gleneden Beach, Oregon. 2002. 304p.
- MGAP – Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Ley Forestal. Decretos Reglamentarios de la Ley Forestal. Otras Leyes y Decretos que constituyen el Marco Legal de la Política Forestal. Revista Uruguay Forestal nº 23. 2000. 50p.
- MGAP – Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Compendio actualizado de información de suelos del Uruguay. Montevideo: División de Suelos y Aguas. 2001. (Programa y Base de Datos en formato CD).
- MGAP – Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca – Carta forestal. Montevideo: Dirección General Forestal. 2004
- MORENO, C. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 2001. 84pp.
- MUELLER-DOMBOIS, D. e ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley, New York. 1974. 547p.
- NEE, M. Flora de la región del Parque Nacional Amboró. Bolivia. Vol. 2: Magnoliidae, Hamamelidae y Caryophyllidae. FAN. Santa Cruz. 2004. 208p.
- NORTON, D.A. Indigenous biodiversity conservation and plantation forestry: options for the future. New Zealand Forestry 43. n 2. 1998. 34 – 39pp.
- PAULA SOUZA, L.C. Estudo das relações entre solos e as unidades fisiográficas da várzea do rio Iguaçu (primeiro planalto) Curitiba. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 1990. 162p
- PINAZO, M.A.; N.I. GASPARRI; J.F. GOYA e M.F. ARTURI. Caracterización estructural de un bosque de *Podocarpus parlatorei* y *Juglans australis* en Salta, Argentina. Rev. Biol. Trop. 51 (2). 2003. 361-368pp.

PIRES, L.A.; CARDOSO, V.J.M.A; JOLY, C.A.B.; e RODRIGUES, R.R.C. Germination of *Ocotea pulchella* (Nees) Mez (Lauraceae) seeds in laboratory and natural restinga environment conditions. Brazilian Journal of Biology, 69(3). 2009. 935-942pp

PORTO, M. L. Os campos sulinos: sustentabilidade e manejo. Ciência e Ambiente, n. 24, p. 119-138, 2002.

RAMOS, G; BRESCIANO, D e PROFUMO, L. Florística y fitosociología preliminar de la vegetación nativa leñosa de Rincón de Franquía, Bella Unión, Uruguay. In: Anales de las I Jornadas de Investigación, Enseñanza y Extensión – Rivera. Centro Universitario de Rivera, CUR – Universidad de la República. 2009. 7pp.

REITZ, R.; KLEIN, R, M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Sudesul, 1988. 525pp

RICKLEFS, R.E. A economia da natureza: um livro-texto em ecologia básica. 3 ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan AS. 1996

RISSER, P.G; e RICE, E.L. Phytosociological Analysis of Oklahoma Upland Forest Species. Ecology. Ecological Society of America. Vol. 52, No. 5. 1971. 940-945pp.

RIZZINI, C.T. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Edgar Blucher. Ed.USP, 1971. 244p.

RODRIGUES, R.R. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares In: R.R. Rodrigues & H.F. Leitão-Filho (eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. USP/FAPESP, São Paulo. 2000. 91-100pp.

RODRIGUES, R.R e LEITÃO FILHO, H. de F. Matas ciliares. Conservação e recuperação. 2 ed. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP. 2004. 320p.

SALIMON, C.I. e NEGRELLE, R.B. Natural regeneration in a Quarternary Coastal Plain in the Southern Brazilian Atlantic Rain Forest. Brazilian Archives of Biology, vol. 44, no. 2. 2001. 155-163pp.

SAN MARTÍN, J. e V. VÉLIZ. *Salix humboldtiana* Willd. “Sauce chileno Familia Salicaceae”. Claudio Donoso (edit.) Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia. 2006. 556-560pp

São Paulo. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Resolução SMA, no. 21. São Paulo. 2001

SCHEEREN, L.W.; FLEIG, F.D.; SCHNEIDER, R.P.; e FINGER, C.A. Crescimento de canela-lageana, *Ocotea pulchella* Nees et Mart. Ex Nees, na Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul. Ciência Florestal, v 13: n 1 2003. 137-144 pp

SCHULTZ, A. Introdução à botânica sistemática. Editora Sagra (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Porto Alegre. V.2, 6 edição, 1990. 191p.

SCHÜTZ, R. Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil. Rima: Novo Ambiente. São Carlos. 2006. 350p.

SENYSZYN, P. Principales maderas indígenas del Uruguay. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección Forestal, División Investigación y Tecnología. Montevideo. 1989. 24p.

SHEPHERD, G. J. Fitopac - versão preliminar. Manual do usuário. Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1988.

SIMPSON, E. H. Measurement of Diversity. *Nature*. V163. 1949. 688p.

SOBRAL, M., JARENKOW, J. A, BRACK, P., IRGANG, B., LAROCCA, J. e RODRIGUES, R.S. Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil. São Carlos: Rima/Novo Ambiente. 2006. 350p.

SØRENSEN, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter / Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, 5 (4). 1957. 1- 34pp.

SPATHELF, P.; FLEIG, F.D.; VACCARO, A.; e ESBER, L.M. Análise Dendroecológica de *Ocotea pulchella* Nees et Mart. Ex Nees (Canela lageana) na Serra Geral de Santa Maria, Rs, Brasil. *Ciência Florestal*, año/vol. 10, número 001. Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Brasil. 2000. 95-108pp.

STOKES, A. M. e SMILEY, T.L. An introduction to tree-ring dating. The University of Chicago Press. 1968. 73p.

SWAINE, M.D. e WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio*, Dordrecht, v.75, 1988. 81-86pp.

TORRETTA, J. P.; e BASILIO, A. M. Dispersión polínica y éxito reproductivo de cuatro especies arbóreas de un bosque xerófito de Argentina. *Rev. Biol. Trop*, vol.57, no.1-2. 2009. 283-292pp.

TORTORELLI, L. A. Maderas y bosques argentinos. Acme S.A.C.I. Buenos Aires. 1956. 910p.

TUSET, R. Descripción y clave macroscópicas de maderas indígenas del Uruguay. Ministerio de Ganadería y Agricultura. Dirección de Agronomía. División Forestal. Maldonado. 1963. 56p.

VACCARO, S.; LONGHI, S.J. e BRENA, D.A. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma floresta estacional decidual, no município de Santa Tereza – RS. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.9, n.1. 1999. 1-18pp.

VEBLEN, T. T. Growth patterns of *Chusquea* bamboos in the understory of Chilean *Nothofagus* forests and their influences in forest dynamics. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 1982. 474-487pp.

WALTER, H. e LIETH, H. Klimadiagramm-Weltatlas. Jena: Pust. Gustav Fischer, 1967.

WHITMORE, T.C. Gaps in the forest canopy. In: TOMLINSON, P.B., Zimmerman, M.H. (Ed.). *Tropical Trees as Living Systems*. New York: Cambridge University Press. 1978. 639-655pp.

WHITTAKER, R. H. *Communities and Ecosystems*. Macmillan, Nueva York. 1970- 162p.

WIEDENBRUG, W. *Maderas Chilenas - Contribución a su anatomía y identificación*. Lilloa, v. 16. Tucumán. 1948. 262-375pp.

WIRTH, R.; WEBER, B.; e RYEL, R. J. Spatial and temporal variability of canopy structure in a tropical moist forest. *Acta Oecologica*, Vol. 22, n° 5. 2001. 235–244pp

ANEXO I - IMAGENS DUAS SUB-BACIAS.



FIGURA 01 - Imagens mostrando o uso do solo nas duas sub-bacias onde foram coletadas as árvores para as análises dendrocronológicas e locadas as unidades de amostragem para fitossociologia, 1 – 4 Paso Vargas e 5 – 8 Platón.

ANEXO II – PADRÃO DE QUEDA DE FOLHAS E ALTURAS MÁXIMA, MEDIANA, MÉDIA, MÍNIMA E MEDIANA E MÉDIA DO PONTO DE INVERSÃO MORFOLÓGICA DE TODAS AS ESPÉCIES.

TABELA 1 - Padrão de queda de folhas em três classes: decídua, semidecídua e perene, diâmetro de copa médio em metros, superfície total e por estrato em metros quadrados por hectare, para cada espécie nas duas feições geomorfológicas.

Espécies	Padrão de queda de folha	Diâmetro de copa médio (m)	Superfície de copa (m ² /ha)	Estrato eufótico (m ² /ha)	Estrato intermediário (m ² /ha)	Estrato oligofótico (m ² /ha)
BARRA						
<i>Sebastiania commersoniana</i>	Decidua	2,7	2.618	1.606	677	334
<i>Allophylus edulis</i>	Decidua	4,0	1.374	707	668	0
<i>Eugenia uniflora</i>	Semidecídua	3,3	1.906	0	491	1.415
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	Semidecídua	2,3	403	0	314	88
<i>Xylosma schroederi</i>	Semidecídua	5,0	491	491	0	0
<i>Ocotea acutifolia</i>	Perene	8,4	13.062	13.062	0	0
<i>Pouteria salicifolia</i>	Perene	4,8	6.342	4.428	1.713	201
<i>Calliandra tweediei</i>	Perene	3,7	3.956	0	628	3.328
<i>Scutia buxifolia</i>	Perene	2,4	1.211	491	642	79
<i>Styrax leprosus</i>	Perene	3,2	1.571	1.193	314	64
<i>Ocotea pulchella</i>	Perene	9,0	1.590	1.590	0	0
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Perene	4,5	1.895	1.851	44	0
<i>Lithraea molleoides</i>	Perene	6,0	1.453	0	1.453	0
<i>Myrrhineum atropurpureum</i> var. <i>octandrum</i>	Perene	2,5	123	0	0	123
Total			37.995	25.419	6.945	5.632
INTERBARRA						
<i>Sebastiania commersoniana</i>	Decidua	1,0	1.468	0	1.345	123
<i>Calliandra tweediei</i>	Decidua	6,0	1.752	123	0	1.630
<i>Allophylus edulis</i>	Decidua	1,0	648	0	491	157
<i>Eugenia uniflora</i>	Semidecídua	4,0	4.109	0	1.890	2.219
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	Semidecídua	2,0	815	0	736	79
<i>Xylosma tweediana</i>	Semidecídua	3,0	157	0	157	0
<i>Ocotea acutifolia</i>	Perene	8,0	8.242	7.604	638	0
<i>Pouteria salicifolia</i>	Perene	3,0	2.238	2.219	0	20
<i>Styrax leprosus</i>	Perene	1,3	1.212	0	623	589
<i>Scutia buxifolia</i>	Perene	6,5	1.856	0	1.733	123
<i>Lithraea molleoides</i>	Perene	3,0	2.454	2.376	79	0
<i>Cestrum parqui</i>	Perene	4,0	108	0	108	0
<i>Ocotea pulchella</i>	Perene	4,4	1.257	1.257	0	0
<i>Matayba elaeagnoides</i>	Perene	2,7	393	0	314	79
<i>Nectandra megapotamica</i>	Perene	2,4	314	0	314	0
<i>Cestrum euanthes</i>	Perene	3,1	20	0	0	20
<i>Schinus longifolia</i>	Perene	4,4	707	0	707	0
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Perene	4,8	20	0	0	20
Total			27.769	13.578	9.135	5.057

TABELA 2 - Alturas máxima, mediana, média, mínima e mediana e média do ponto de inversão morfológica (PIM), todas em metros, para cada espécie, classificadas segundo a percentagem de importância (PI), para as duas feições geomorfológicas. As médias gerais por categoria não incluem os valores para as árvores secas (mortas), apresentadas separadas.

Espécie	N	Altura máxima (m)	Mediana da altura (m)	Altura média (m)	Altura mínima (m)	PIM médio (m)	Mediana do PIM (m)	PI
BARRA								
<i>Ocotea acutifolia</i>	1	12,0	11,0	10,2	6,0	2,8	1,8	15
<i>Sebastiania commersoniana</i>	2	13,0	6,3	6,8	2,8	3,9	4,5	12
<i>Pouteria salicifolia</i>	3	12,0	6,5	6,8	3,0	2,8	2,5	10
<i>Calliandra tweediei</i>	4	5,0	4,3	3,9	2,0	1,7	1,6	8
<i>Scutia buxifolia</i>	5	8,0	5,3	6,0	3,9	1,8	1,1	8
<i>Styrax leprosus</i>	6	12,0	6,3	6,4	3,0	4,1	1,3	7
<i>Ocotea pulchella</i>	7	16,0	16,0	16,0	16,0	8,0	4,3	7
<i>Eugenia uniflora</i>	8	5,0	4,3	4,0	2,0	1,4	1,4	6
<i>Allophylus edulis</i>	9	6,0	5,5	5,1	3,3	1,2	1,0	6
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	10	9,5	5,8	6,3	4,2	2,3	2,0	5
<i>Lithraea molleoides</i>	11	8,0	8,0	8,0	8,0	4,5	4,5	3
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	12	7,0	4,5	4,0	4,0	1,8	1,4	2
<i>Xylosma schroederi</i>	13	7,5	9,5	8,5	7,5	7,5	8,5	2
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> var. <i>octandrum</i>	14	4,5	4,5	4,5	4,5	3,5	3,5	1
Árvores secas		7,0	3,4	3,7	1,6	1,8	8,0	7
Médias		9,0	7,0	6,9	5,0	3,4	2,8	
INTERBARRA								
<i>Ocotea acutifolia</i>	1	11,0	7,0	6,9	2,5	2,8	2,5	19
<i>Pouteria salicifolia</i>	2	9,0	7,0	6,6	3,0	1,5	1,5	12
<i>Eugenia uniflora</i>	3	6,0	4,0	4,1	2,5	1,8	1,8	11
<i>Styrax leprosus</i>	4	6,0	5,0	4,8	3,5	2,9	2,5	7
<i>Sebastiania commersoniana</i>	5	8,0	5,1	5,8	5,0	2,3	2,5	6
<i>Calliandra tweediei</i>	6	5,5	4,0	4,3	3,5	1,1	1,3	5
<i>Scutia buxifolia</i>	7	7,0	6,0	5,3	3,5	2,4	2,0	4
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	8	6,0	5,8	5,1	3,0	2,6	2,5	3
<i>Lithraea molleoides</i>	9	9,0	7,5	7,5	6,0	3,5	3,5	3
<i>Cestrum parqui</i>	10	5,5	5,5	5,3	5,0	1,3	0,7	2
<i>Allophylus edulis</i>	11	6,0	3,5	4,2	3,0	0,7	1,0	2
<i>Ocotea pulchella</i>	12	10,0	10,0	10,0	10,0	4,5	4,5	2
<i>Matayba elaeagnoides</i>	13	5,0	4,5	4,5	4,0	2,5	2,5	2
<i>Xylosma tweediana</i>	14	6,5	6,3	6,3	6,0	4,8	4,8	2
<i>Nectandra megapotamica</i>	15	9,0	9,0	9,0	9,0	6,0	6,0	1
<i>Cestrum euanthes</i>	16	3,0	3,0	3,0	3,0	2,3	2,3	1
<i>Schinus longifolia</i>	17	4,0	4,0	4,0	4,0	2,2	2,2	1
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	18	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	4,0	1
Árvores secas		7,0	3,0	3,4	1,5	1,6	2,0	14
Médias		6,8	5,7	5,6	4,5	2,7	2,7	

**ANEXO III – INCREMENTO MÉDIO ANUAL EM FUNÇÃO DA IDADE, PARA
Ocotea acutifolia, *Allophylus edulis*, *Salix humboldtiana*, *Blepharocalyx salicifolius*,
Scutia buxifolia, *Ocotea pulchella*.**

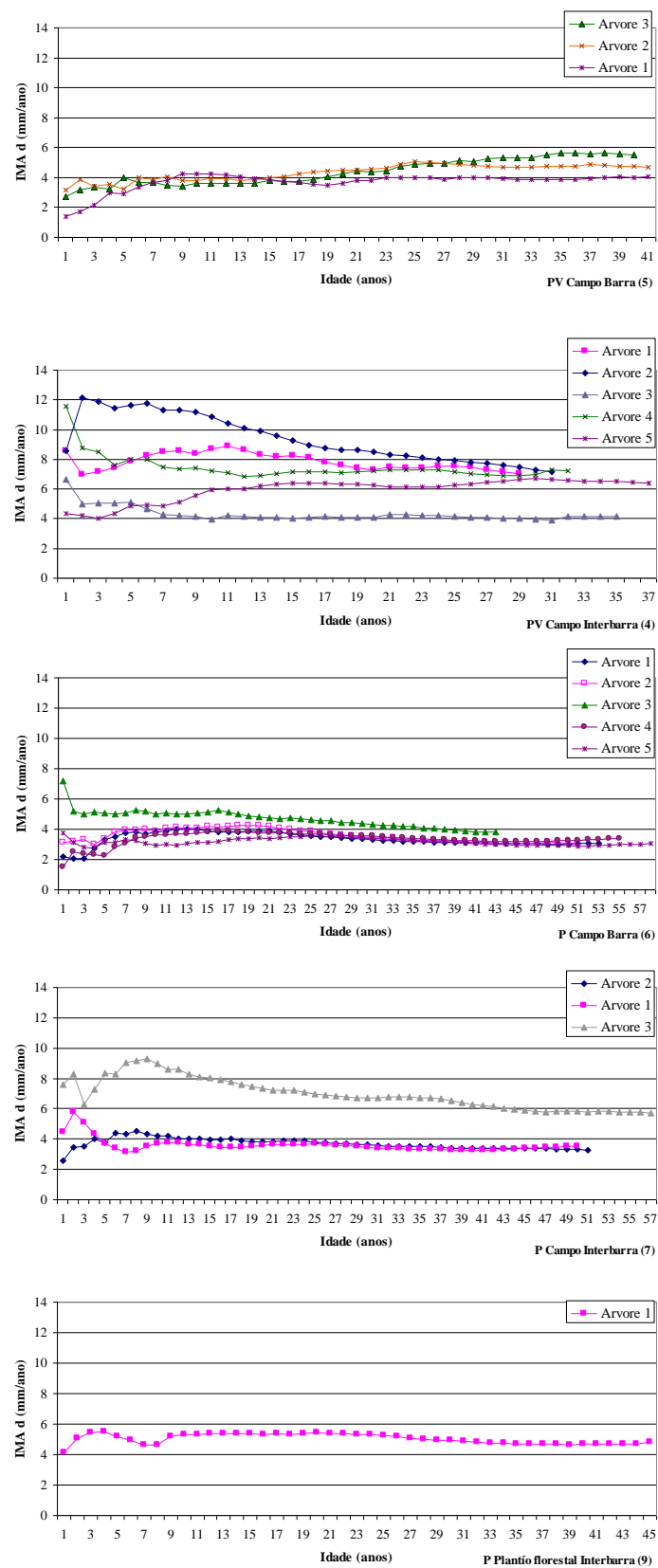


FIGURA 01 - *Ocotea acutifolia*

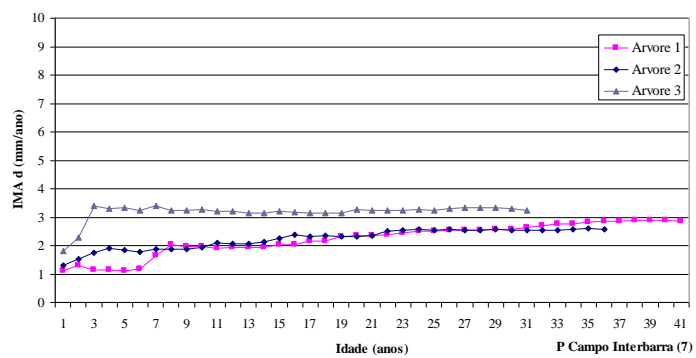
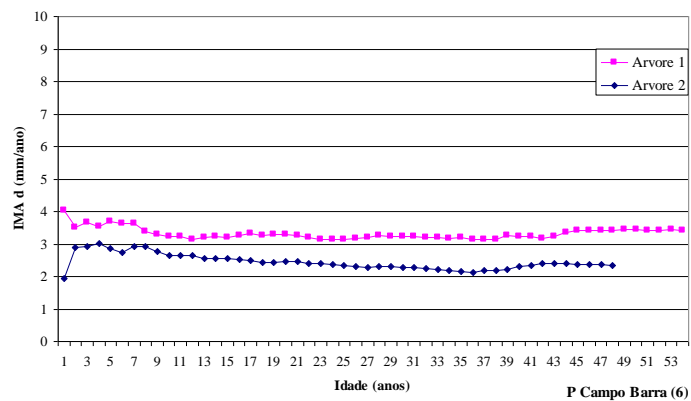
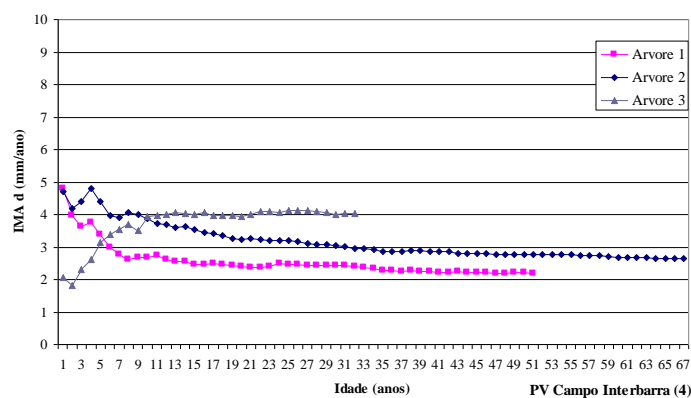
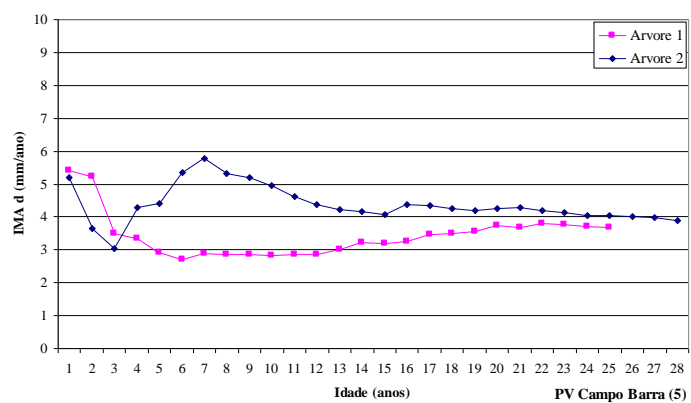


FIGURA 02 - *Allophylus edulis* - campos

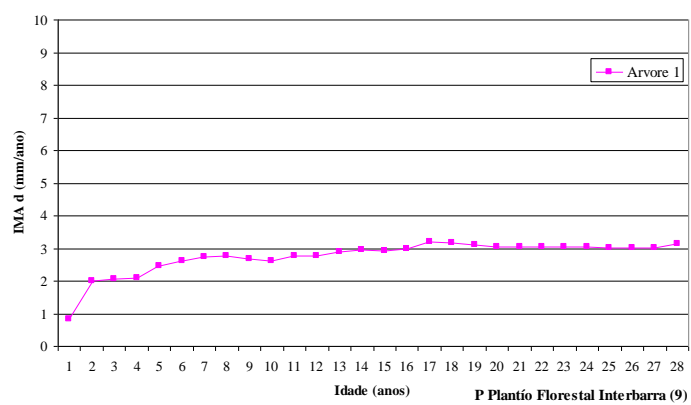
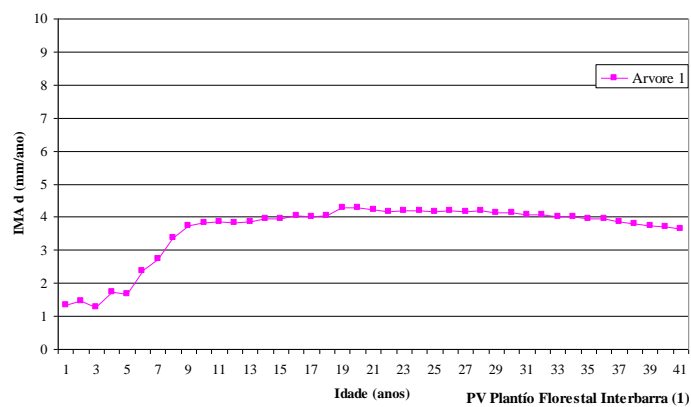
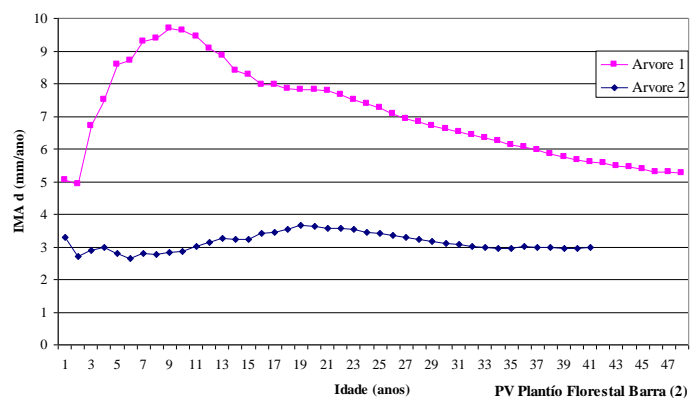


FIGURA 03 - *Allophylus edulis* - plantio florestal

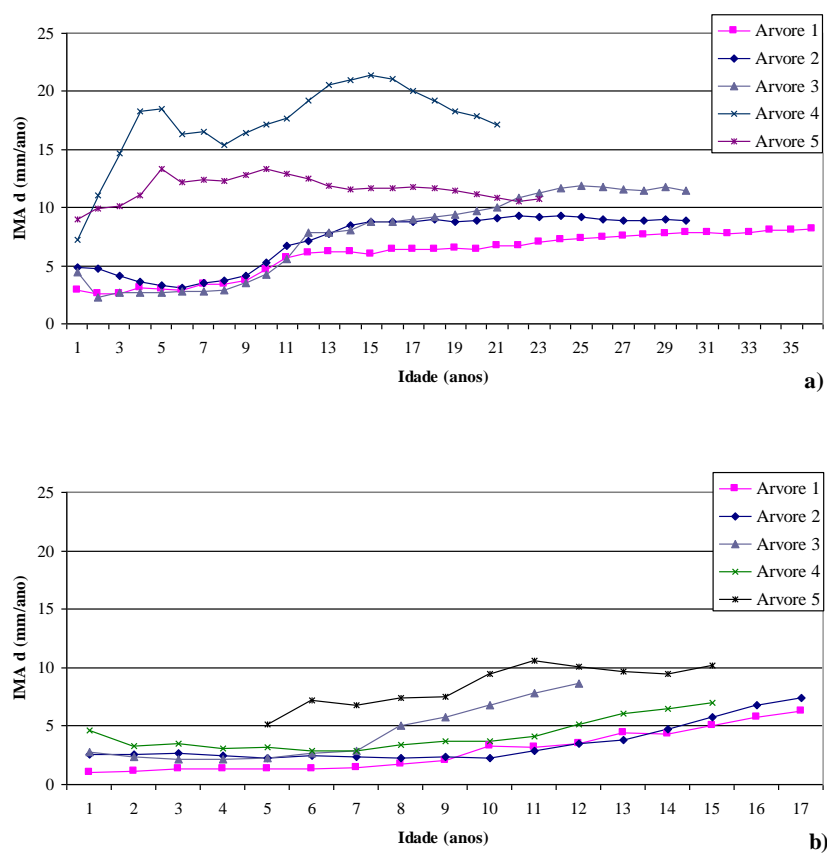


FIGURA 04 - *Salix humboldtiana*

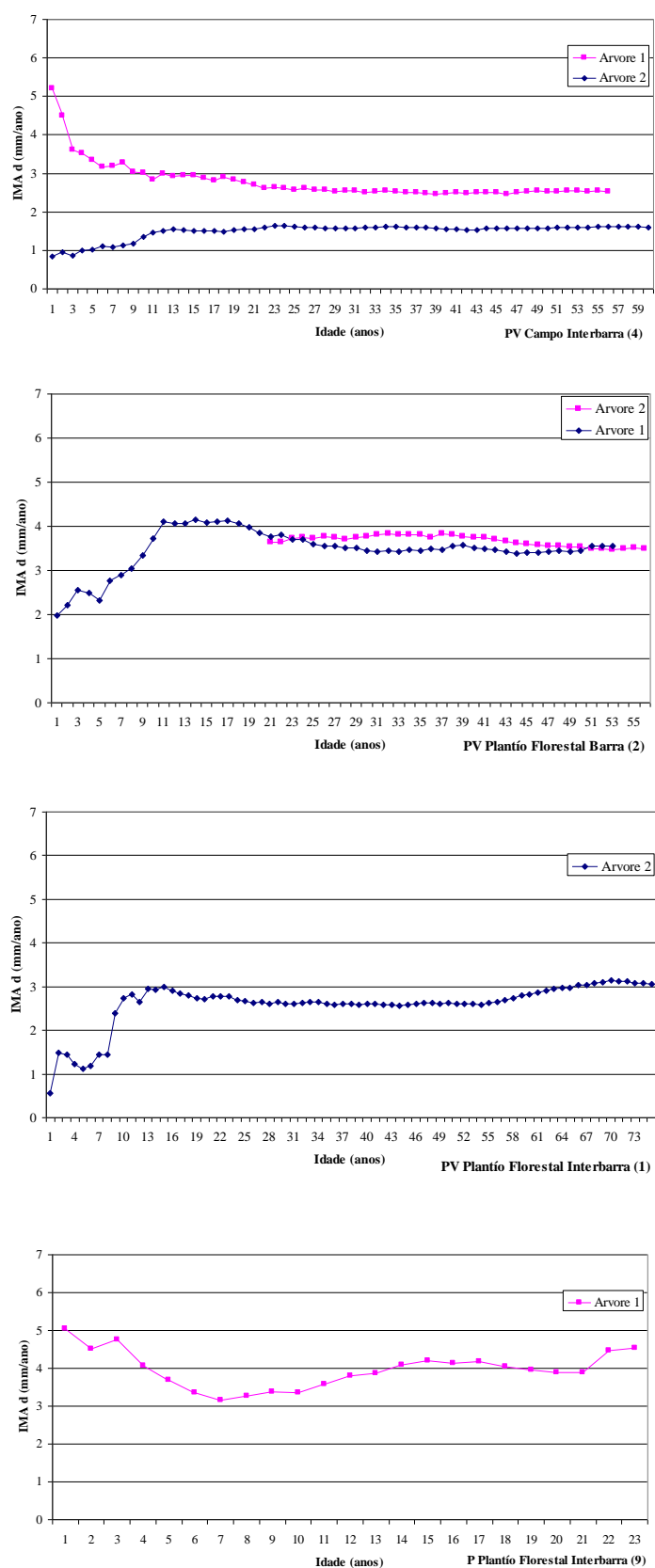


FIGURA 05 - *Blepharocalyx salicifolius*

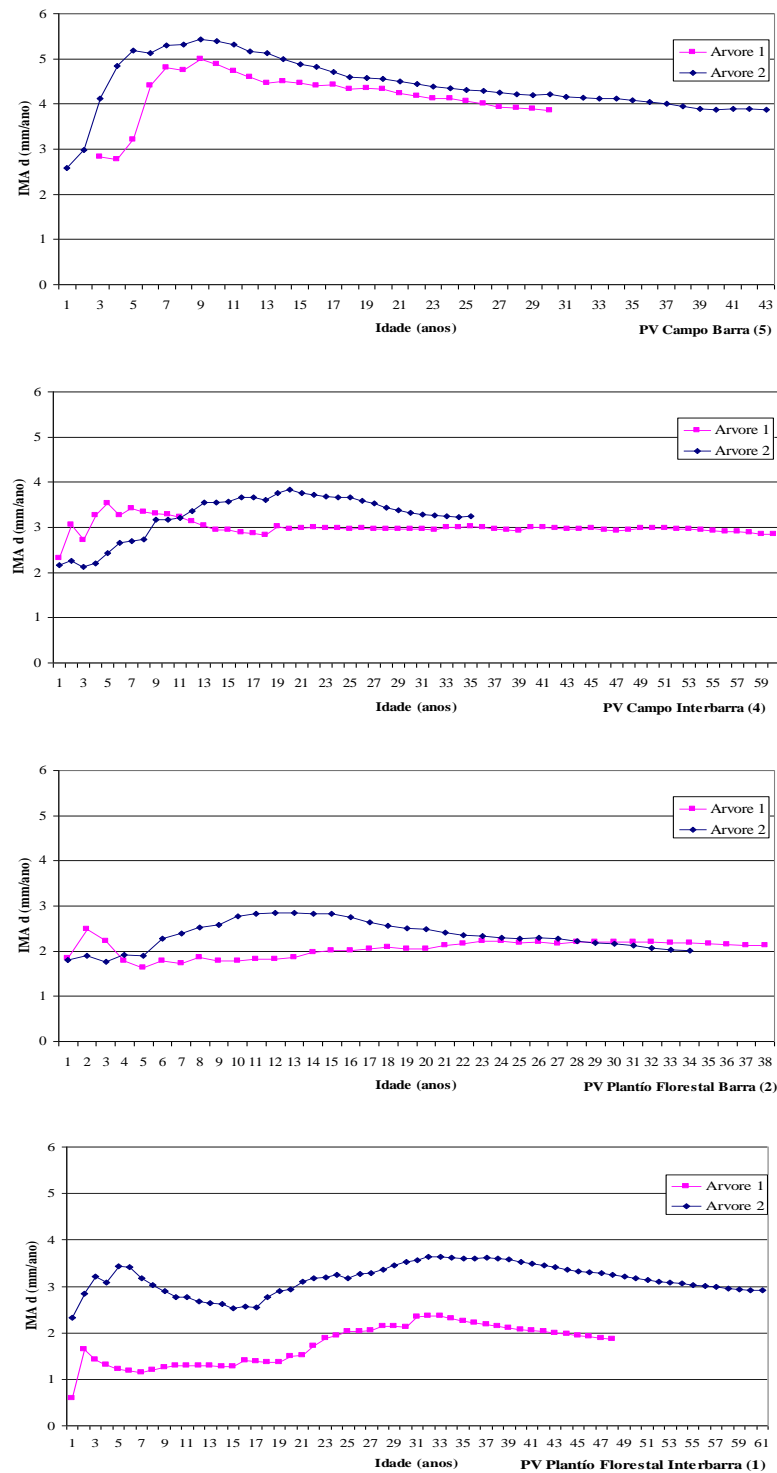


FIGURA 06 - *Scutia buxifolia*

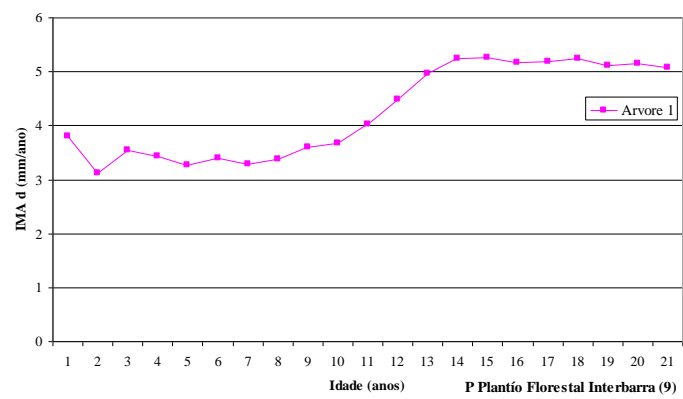


FIGURA 07 - *Ocotea pulchella*